

Fundación Tecnológica de Costa Rica,
FUNDATEC.

Instituto Tecnológico de Costa Rica, ITCR

Centro de Investigación en Protección
Ambiental (CIPA)

Informe Fase II de:

Contratación Directa: 2016CDS-000103-P

Proyecto:

**“Evaluación de regeneración
del medio adsorbente para
remoción de arsénico
columna. Fase2”**

Luis Guillermo Romero Esquivel

**CEDÓ AyA
5010**



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, Jorge Luis Zapata Arroyo

N° Cédula: 2-0564-875

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC) la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5090

**JORGE LUIS ZAPATA
ARROYO (FIRMA)**

Firmado digitalmente por JORGE
LUIS ZAPATA ARROYO (FIRMA)
Fecha: 2022.08.29 19:48:12 -06'00'

Firma: _____

Nombre del proveedor:

Fundación Tecnológica de Costa Rica, FUNDATEC.

Instituto Tecnológico de Costa Rica, ITCR

Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA)

Profesionales a cargo del proyecto:

Téc. Sup. Ma. Sofía Infante Alfaro

Dr. Johnny Valverde Cerdas

M.Sc. Carlos Calleja Amador

M.Sc. José Andrés Araya

Dr. Luis G. Romero Esquivel (Director del proyecto)



F: 6933

Contenido

Procedimientos y ensayos realizados.....	5
Materiales evaluados.....	5
Experimentos en columna	6
Descripción sistema piloto para la regeneración de medio adsorbente.....	6
Condiciones hidráulicas del sistema de columnas	7
Experimentos de regeneración realizados.....	7
Análisis y monitoreo durante los experimentos	9
Determinación de la efectividad del procedimiento de regeneración mediante Isotermas de adsorción	9
Procedimiento y reactivos	9
Isotermas utilizadas	9
Ensayo pre-eliminar de tratamiento de los residuos generados	11
Protocolo para tratamiento en planta de tratamiento Santa Cecilia, Los Chiles, Alajuela	11
Cambios propuestos al sistema actual basado en los diagramas de flujo	12
Resultados y discusión	15
Los datos obtenidos durante todos los experimentos se encuentran en el documento Excel 01-Experimentos regeneración, donde, para cada experimento se presenta una pestaña independiente. En cada pestaña al inicio se presentan los datos obtenidos para el NaOH, el HCl y el Agua, posteriormente la caracterización de los residuos. También, en el Excel 02-Graficos se encuentra la construcción de los gráficos. Los datos de las isotermas, cálculos de cada modelo, gráficos y la respectiva capacidad de adsorción se encuentran en el Excel 03- Isotermas y Capacidades.....	15
Experimentos de regeneración.....	15
Comportamiento durante la secuencia E1QDM a E3QDM	15
Capacidad de adsorción de los materiales regenerados en E1QDM-E3QDM.....	18
Evaluación de los residuos de experimentos E1QDM-E3QDM	20
Conclusiones serie de experimentos E1QDM-E3QDM	21
Comportamiento durante la secuencia E4 SC a E6 SC.....	21
Capacidad de adsorción de E4SC-E6SC	24
Residuos generados durante E4SC-E6SC.....	26

Conclusiones secuencia E4SC-E6SC.....	27
Propuesta de tratamiento de residuos.....	27
Protocolo de Regeneración	28
Productos químicos.....	28
Equipo de seguridad	28
Primera Etapa – Hidróxido de sodio recirculado	29
Segunda Etapa – Lavado con Ácido Clorhídrico	31
Tercera Etapa – Lavado con agua cruda	32
Análisis financiero del protocolo de regeneración propuesto y el tratamiento de residuos	35
Conclusiones y recomendaciones	36
Lista de referencias	36



Procedimientos y ensayos realizados

En esta II Fase se realizaron ensayos de regeneración en dos materiales adsorbentes agotados y suministrados por AyA. Los ensayos consistieron en aplicar, a cada material en una columna, el agente regenerante determinando en la I Fase, hidróxido de sodio al 2%, seguido por ácido clorhídrico al 1,7% y agua. Los ensayos se realizaron a dos tasas diferentes de aplicación de agente regenerante, recirculando y sin recircular los mismos. La efectividad de los ensayos fue determinada mediante isothermas de adsorción. Posteriormente, considerando la capacidad de adsorción y la cantidad de residuos generados conteniendo arsénico, se elaboró un protocolo de regeneración a ser aplicado en la planta Santa Cecilia de Los Chiles, Alajuela. Finalmente, se presenta un análisis financiero del protocolo propuesto contra la compra de material adsorbente nuevo. Seguidamente se detallan los ensayos y demás procedimientos ejecutados.

Materiales evaluados

Los dos materiales agotados fueron suministrados por al UEN de Investigación y Desarrollo del AyA. Los materiales fueron recibidos en el laboratorio del Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA) ubicado en el Campus del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) 18 de enero del 2017. En la Tabla I se detallan el tipo de material, cantidad y código asignado que se continuará usando en este informe.

Tabla 1: Materiales utilizados en el estudio de regeneración

Tipo de material	Código CIPA	Masa recibida (g)
Material usado Quintas don Miguel	QDM	9 750
Material usado Santa Cecilia, Los Chiles	SC	12 950

En la Fase I de este proyecto se determinó que los materiales QDM y SC presentan cerca del 50% y 60% de partículas menores a 0,074 mm (Tamiz #200) respectivamente. Por tanto, los materiales utilizados en esta II Fase fueron lavados con agua para remover el material particulado según el procedimiento descrito en ASTM C117-13 (ASTM, 2013). Se lavó aproximadamente 5,5 L de cada material usando agua de la cañería y pasando los materiales por los tamices #20 y #200 (0,841 mm y 0,074 mm) hasta que el agua quedara sin materiales suspendidos, sin apariencia lechosa. Se utilizaron ambos tamices para inicialmente retener la fracción de mayor tamaño en el #20 y luego la siguiente en el #200, posteriormente se mezclaron ambas fracciones. El material utilizado en las columnas presentó la menor cantidad de materiales finos posibles. Posteriormente, los materiales sin los finos fueron secados a 50°C por 2 a 3 días hasta que presentaron una apariencia seca.

Experimentos en columna

Descripción sistema piloto para la regeneración de medio adsorbente

Durante esta fase se realizaron experimentos en columnas que fueron construidas con base en las recomendaciones de la empresa norteamericana, Battelle (USA), conforme a una oferta de la misma proporcionada por el contratista. Las columnas fueron construidas en PVC con diámetro de 2 pulgadas debidamente niveladas mediante canales Tipo Strut y gomas de fijación de 2 pulgadas para tubería rígida. Para facilitar la manipulación del medio adsorbente se colocaron uniones de tope PVC de 2 pulgadas en los extremos. La altura total de la columna fue de 24 pulgadas empacada con 2,5 pulgadas de núcleos y lana de vidrio en la parte inferior, 19 pulgadas del medio adsorbente libre de finos y 2,5 pulgadas de lana de vidrio en la parte superior para permitir la posible expansión del medio (Figura 1). La Figura 2 muestra el sistema en operación.

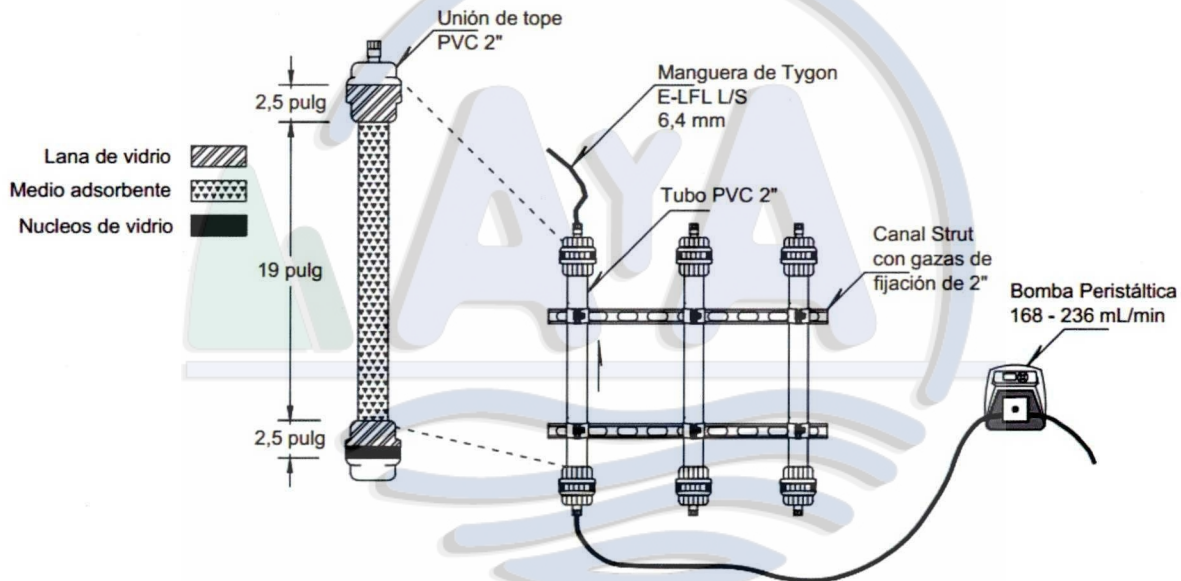


Figura 1 Esquema experimental del ensayo en columna para la regeneración del medio adsorbente



Figura 2 Operación del ensayo en columna para la regeneración de medio adsorbente

Condiciones hidráulicas del sistema de columnas

El sistema se operó a tasa constante (7 m/h y 5 m/h) mediante la utilización de una bomba peristáltica MasterFlex L/S de 4 rodillos y cabezal de bomba múltiple. En la Tabla 2 se detallan las condiciones hidráulicas durante la ejecución del experimento. Dado que el volumen del medio es cercano a 1L, se considera que cada bed volumen (BV) es de 1L.

Tabla 2 Condiciones hidráulicas durante el ensayo de columna para la regeneración de medio adsorbente

Tasa (m/h)	Altura efectiva de medio (cm)	Volumen medio (L; BV)	Caudal (mL/min)	Tiempo contacto (min)
7	48,26	1	236	4,14
5	48,26	1	169	5,80

Experimentos de regeneración realizados

Se realizaron seis experimentos diferentes de regeneración, tres con cada material. Cada experimento consistió en pasar, en flujo ascendente, el regenerante (NaOH 0,5M, 2%), ácido clorhídrico (0,5M, 1,7%) para neutralizar la base residual y agua hasta pH entre 6 y 8 (Norma Nacional). En todos los casos se utilizó agua cruda del pozo donde el material adsorbente fue utilizado, Quintas don Miguel o Santa Cecilia. En la Tabla 3 se presenta un resumen de cada uno de los experimentos realizados. En los experimentos E1QDM-E3QDM se evaluó el efecto de aplicar el regenerante en forma directa o recirculando a una tasa de 7 m/h, y la influencia de la tasa de recirculación, 5 o 7 m/h. Posteriormente, en los experimentos E4SC-E6SC se evaluó el efecto del volumen de regenerante recirculado. El diseño de experimentos se basó en las recomendaciones de tasa de trabajo indicadas por el contratista, se decidió recircular el regenerante por recomendación del equipo consultor conforme a Hu et al. (2015). Finalmente, los resultados obtenidos inicialmente en E1QDM-

E3QDM permitieron decidir, en conjunto con el contratista, como ejecutar E4SC-E6SC garantizando la menor cantidad de residuos a tratar.

Conforme estipulado en el Volumen II Especificaciones Técnicas de la contratación en los experimentos E1QDM-E3QDM el NaOH al 2% se recirculó por 6 horas, posteriormente se aplicó el ácido en sentido directo a la misma tasa hasta llegar a un pH entre 5-9. Sin embargo, en todos los ensayos, a excepción de E4 el pH llegó a un valor cercano a 2, lo anterior es normal al neutralizar una base fuerte como el NaOH. El tiempo de aplicación del ácido fue de alrededor de 15 minutos en todos los casos. Finalmente, se aplicó el agua cruda hasta obtener un pH entre 6-8 y una concentración de arsénico inferior a 10 µg/L.

Los experimentos E4SC-E6SC se ejecutaron conforme al detalle de la Tabla 2, pero el NaOH se aplicó por 3 horas únicamente. Posteriormente, el ácido y el agua cruda se aplicaron según descrito en el párrafo anterior y la Tabla 3. En la misma tabla, también se presenta la masa de adsorbente utilizada en cada experimento.

Tabla 3 Resumen de experimentos realizados

Experimento (ID)	Material agotado	Masa de adsorbente utilizado	Tasa	Sentido del NaOH ascendente	Volumen NaOH2% (L)
E1 QDM	Quintas don Miguel	1009	7 m/h	Sin recircular	86
E2 QDM	Quintas don Miguel	1084	7 m/h	Recirculado	10
E3 QDM	Quintas don Miguel	1064	5 m/h	Recirculado	10
E4 SC	Santa Cecilia	1010	5 m/h	Recirculado	10
E5 SC	Santa Cecilia	1010	5 m/h	Recirculado	5
E6 SC	Santa Cecilia	1010	5 m/h	Recirculado	3

Productos químicos utilizados

Las disoluciones de NaOH 2% utilizadas se prepararon agregando 40 mL de hidróxido de sodio comercial al 50% por cada litro de agua de Quintas don Miguel o Santa Cecilia, según corresponda. En el caso del ácido clorhídrico se utilizaron 42 mL de ácido clorhídrico concentrado grado reactivo por cada litro de agua cruda. En protocolo se presentan los cálculos correspondientes para determinar esas diluciones.

Análisis y monitoreo durante los experimentos

Conforme el Volumen II Especificaciones Técnicas de la contratación en E1QDM-E3QDM se tomaron muestras cada 30 min a la salida de la columna para análisis de pH, titanio (Ti), silicio (Si) y arsénico (As). En el caso de la aplicación del ácido clorhídrico, que demoró menos de media hora, se tomaron muestras al final de la aplicación. Las muestras fueron preservadas con ácido nítrico y en refrigeración y posteriormente, fueron analizadas por absorción atómica. Al momento de realizar el experimento, se analizó el contenido de arsénico utilizando un equipo colorimétrico DigiPAS fabricado por Palintest, Inglaterra. Además, se determinó el flujo a la salida del sistema utilizando una probeta de 250 mL y un cronómetro. En el caso de los experimentos E4SC-E6SC se procedió de forma similar, pero en la recirculación del NaOH 2% se tomaron muestras tanto, a la salida como en el recipiente contenedor de la disolución. El contenido de arsénico en esta última muestra fue medido inmediatamente usando el equipo DigiPasS.

En todos los experimentos los residuos fueron recolectados por tipo y se les determinó el pH, midió el volumen y se tomaron muestras para la posterior determinación de Ti, Si y As por absorción atómica.

Los análisis de Ti, Si y As por absorción atómica se realizaron siguiendo los procedimientos y usando los reactivos presentados en el Informe de la I Fase de esta consultoría. Los límites de detección (LD) fueron de 1,78 mgTi/L, 1,26 mgSi/L, 0,01 µgAs/L respectivamente. Los límites de cuantificación (LC) 3,08 mgTi/L, 3,43 mgSi/L y 0,03 µgAs/L.

Determinación de la efectividad del procedimiento de regeneración mediante Isotermas de adsorción

Una vez concluidos los experimentos los materiales fueron pesados y secados a 50°C para ser utilizados en la determinación de su capacidad de adsorción mediante isotermas.

Procedimiento y reactivos

Se siguió el mismo procedimiento descrito en el Informe de la Fase I. En este caso se ensayaron los materiales únicamente en contacto con una disolución de arsénico de 200 µg/L en agua ultrapura.

Isotermas utilizadas

De igual forma que en la Fase I los datos generados fueron evaluados mediante tres tipos de isotermas: lineal, Freundlich y Langmuir.

Los parámetros que se estudian en el proceso son la densidad de adsorción "Q" (masa adsorbato/masa adsorbente), la concentración del adsorbato en el equilibrio "C" (masa adsorbato/volumen total) y el coeficiente de distribución sólido/líquido "K" (C. Sawyer et al., 2003). En la relación lineal tenemos:

$$Q=KC \quad (1)$$

Donde:

Q: cantidad de arsénico adsorbida en adsorbente ($\mu\text{g/g}$)

C: concentración del arsénico en equilibrio disuelta en el agua ($\mu\text{g/L}$)

K: coeficiente de distribución sólido/líquido (L/g)

La isoterma de Langmuir se presenta por medio de la ecuación:

$$Q = Q_m \frac{K_{ads} C}{1 + K_{ads} C} \quad (2)$$

Q: cantidad de arsénico adsorbida en adsorbente ($\mu\text{g/g}$)

Q_m : cantidad máxima de adsorbato requerido para saturar una unidad del masa del adsorbente (masa adsorbato/masa del adsorbente) ($\mu\text{g/g}$)

K_{ads} : constante de Langmuir ($\text{L}/\mu\text{g}$)

La isoterma de Freundlich está definida por:

$$Q = K_{ads} C^{1/n} \quad (3)$$

Donde:

Q: cantidad de arsénico adsorbida en adsorbente ($\mu\text{g/g}$)

K_{ads} : coeficiente de distribución sólido/líquido o constante de Freundlich ($\mu\text{g/kg}(\mu\text{g/L})^{1/n}$)

n: exponente de Freundlich

En la isoterma lineal se hace pasar la curva por el punto cero para cumplir con el modelo.

Las isotermas de Langmuir y Freundlich se deben linealizar de la siguiente manera:

Isoterma de Langmuir:

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_m} + \frac{1}{Q_m * K} * \frac{1}{C} \quad (4)$$

Isoterma de Freundlich:

$$\text{Log } Q = \text{Log } K_{ads} + \frac{1}{n} \text{Log } C \quad (5)$$

Para todos los casos se calcula Q como:

$$Q = \frac{(C_0 - C) * 0,2}{m_{ads}} \quad (6)$$

donde:

Co: es la concentración inicial de arsénico ($\mu\text{g/L}$) en la disolución

C: concentración del arsénico en equilibrio ($\mu\text{g/L}$)

m_{ads} : masa del adsorbente (g)

0,2L es la cantidad de disolución de arsénico utilizada.

A partir de las tres ecuaciones lineales se calculó la constante de adsorción respectiva y Q_m o $1/n$ según corresponda. Posteriormente, como mostrado en el informe de la Fase I, se calculó la capacidad de adsorción (Q) a la concentración de equilibrio máxima y en equilibrio con la norma de $10 \mu\text{g/L}$. Los respectivos cálculos se encuentran en el Excel 04 Isoterma Cálculo Capacidades adjunto a este informe.

Ensayo pre-eliminar de tratamiento de los residuos generados

Conforme el Volumen II Especificaciones Técnicas de la contratación se realizó una mezcla compuesta de los residuos de NaOH y HCl, los cuales no cumplieron con el Reglamento de Vertido de Aguas Residuales, vertido a cuerpos de agua o sistema alcantarillado. Para el ensayo preliminar se usaron los residuos de E6SC, se mezclaron 200 mL (0,2BV) de residuo de HCl y 312 mL (0,312BV) de NaOH. El pH resultante fue de 12.6 por tanto se corrigió el pH usando 10 mL (0,01BV) HCl al 50% y posteriormente se agregó 0,6 ml (0,0006BV) de cloruro de hierro 1M (dosis 44 ppm Fe) para propiciar la formación de hidróxido de hierro y la remoción del arsénico residual. Los lodos de hidróxido de hierro se dejaron sedimentar por 15 horas y posteriormente se determinó el contenido de arsénico en el líquido sobrenadante. En un segundo ensayo, se tomaron 1000mL (1BV) de la mezcla total de los residuos de HCl y NaOH, se reguló el pH con 20mL (0,02BV) de HCl 50% y se adicionó 1 ml (0,001BV) de FeCl_3 1M (dosis 41ppm) para generar la coagulación floculación.

El agua de lavado utilizada presentó un pH cercano a 2 por tanto fue necesario su tratamiento, para esto se le adicionó bicarbonato de sodio sólido poco a poco hasta alcanzar un pH superior a 6 (Reglamento de consumo de agua potable).

Protocolo para tratamiento en planta de tratamiento Santa Cecilia, Los Chiles, Alajuela

El protocolo se diseñó en primer lugar tomando en cuenta los resultados obtenidos mediante el ensayo en columna. Se consultó además la memoria técnica de diseño de la planta de tratamiento de Santa Cecilia y las fichas técnicas de los equipos existentes en el sistema que fueron suministrados por la contraparte (tolvas, toberas, arena sílex y pinturas anticorrosivas de los tanques). Además, se verificaron los planos mecánicos con el fin de conocer la infraestructura existente: línea de alimentación a la planta, línea de distribución agua tratada, línea de retrolavado, la línea de recirculación y el sistema de tratamiento de lodos.

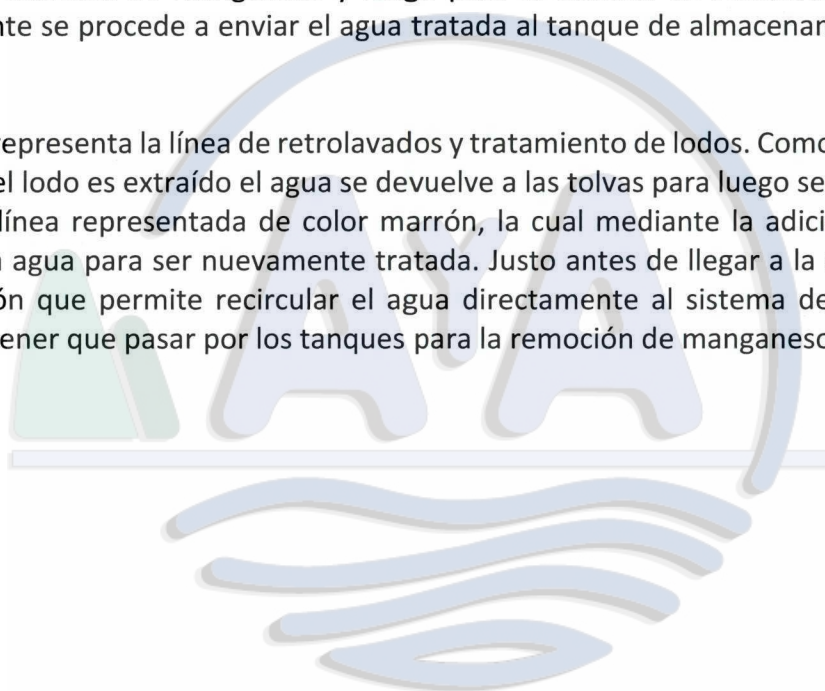
Adicionalmente se tuvo una reunión con el Ing. Rodolfo Araya el jueves 23 de febrero del 2017 en las instalaciones del ITCR para evacuar algunas dudas respecto a los planos y la configuración de las tuberías. El Ing. Araya explicó que actualmente poseen tres tolvas de 7

m³ (lo cual se corroboró en la memoria técnica) y no uno como aparece en los planos. Además, aclaró que están operando la planta con paso directo del sistema de tratamiento del manganeso al sistema de remoción de arsénico sin pasar por el clorador. En la *Figura 3* se muestra la configuración de tuberías en las cuales se basó el diseño del protocolo de regeneración para la Planta de Santa Cecilia.

Cambios propuestos al sistema actual basado en los diagramas de flujo

Para la realización del protocolo de regeneración se consideró las condiciones del sistema actual de tratamiento que se detalla seguidamente. En la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo del esquema operativo actual de la planta de tratamiento. Como se puede ver, la línea roja representa el proceso de tratamiento del agua cruda pasando primero por los tanques de remoción de manganeso y luego pasa al sistema de remoción de arsénico. Posteriormente se procede a enviar el agua tratada al tanque de almacenamiento para su distribución.

La línea azul representa la línea de retrolavados y tratamiento de lodos. Como se puede ver, una vez que el lodo es extraído el agua se devuelve a las tolvas para luego ser recirculado a través de la línea representada de color marrón, la cual mediante la adición de energía recircula esta agua para ser nuevamente tratada. Justo antes de llegar a la entrada existe una derivación que permite recircular el agua directamente al sistema de remoción de arsénico sin tener que pasar por los tanques para la remoción de manganeso.



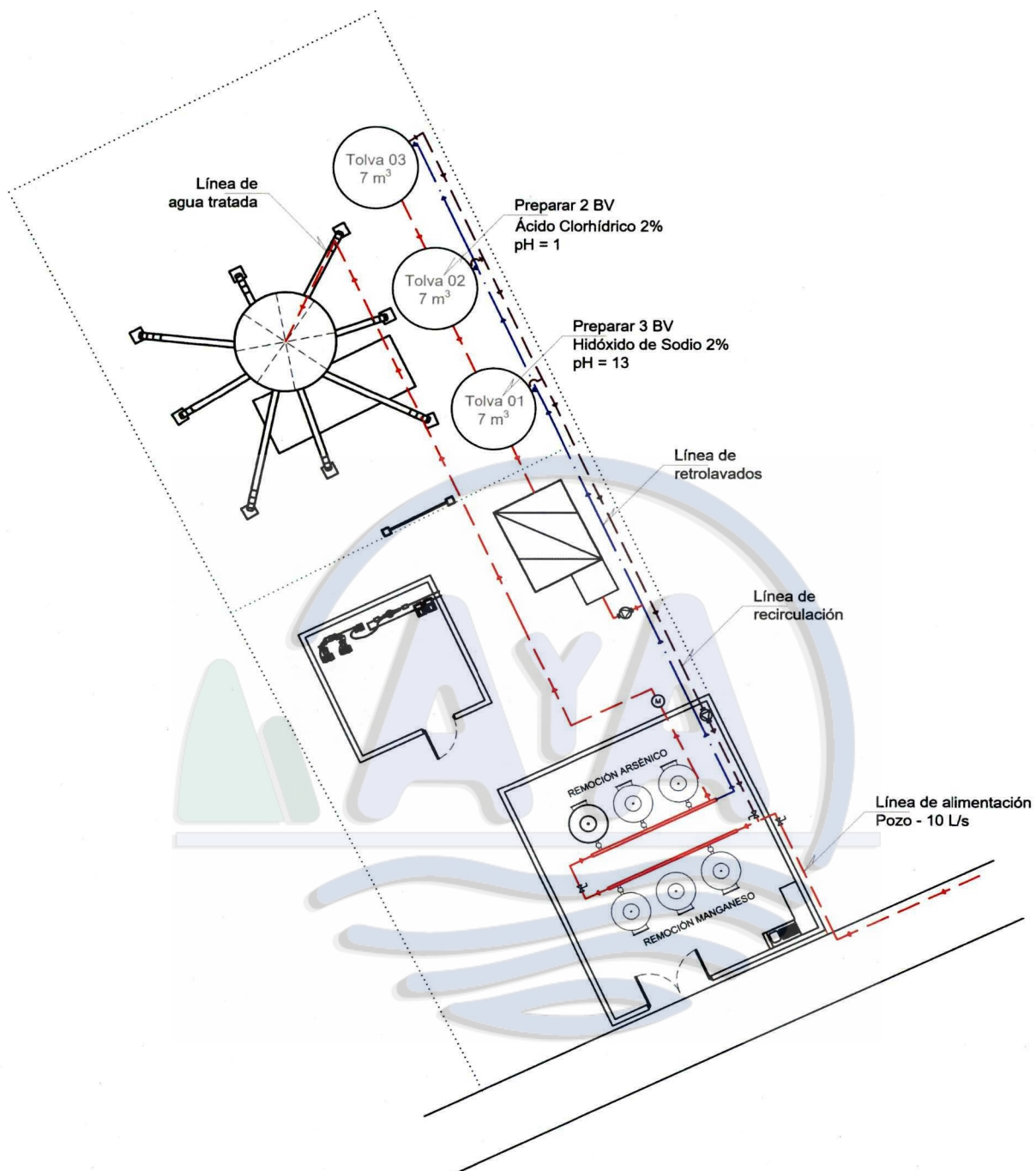


Figura 3 Distribución en planta y esquema operativo del sistema de tratamiento Santa Cecilia

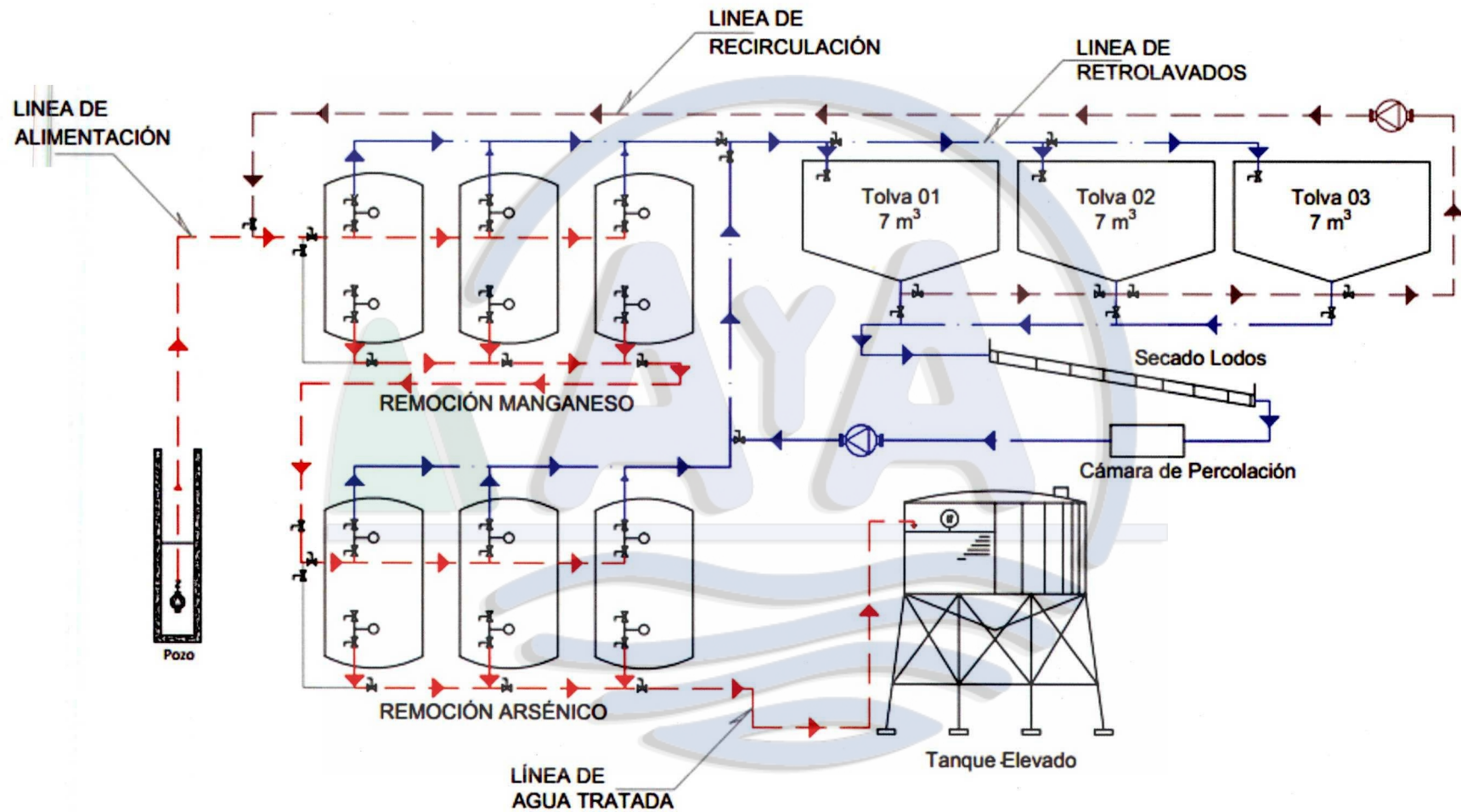


Figura 4 Diagrama de flujo del sistema de tratamiento Santa Cecilia para la remoción de arsénico y manganeso

Resultados y discusión

Considerando que se realizaron dos sets de experimentos usando materiales y agua diferentes, en la siguiente sección se presentan los resultados de forma separada. Esta forma es la más apropiada para guiar al lector pues, en el primer set se decide si el regenerante se recircula o no se recircula y a qué tasa, mientras que en el segundo grupo se deduce la cantidad de regenerante en BVs a utilizar.

Los datos obtenidos durante todos los experimentos se encuentran en el documento Excel 01-Experimentos regeneración, donde, para cada experimento se presenta una pestaña independiente. En cada pestaña al inicio se presentan los datos obtenidos para el NaOH, el HCl y el Agua, posteriormente la caracterización de los residuos. También, en el Excel 02- Graficos se encuentra la construcción de los gráficos. Los datos de las isotermas, cálculos de cada modelo, gráficos y la respectiva capacidad de adsorción se encuentran en el Excel 03- Isotermas y Capacidades.

Experimentos de regeneración

Comportamiento durante la secuencia E1QDM a E3QDM

Conforme la Tabla 3 se realizaron 6 experimentos, los primeros tres utilizando material y agua de Quintas don Miguel, cuyos resultados se presentan seguidamente. La Figura 5 muestra la variación de la concentración de arsénico en el efluente de la columna para los tres experimentos de extracción con el hidróxido de sodio al 2%. La concentración en el efluente para los sistemas en recirculación (E2QDM y E3QDM) fue siempre mayor al caso de flujo sin recircular (E1QDM). En este último la mayor concentración se presenta en las primeras 3 horas de experimento (40BV), mientras que en los otros casos la mayor concentración se presentó en la primera media hora (10BV), posteriormente la cantidad de arsénico aumenta levemente. Estos resultados, en ambos casos, sugieren que el tiempo de extracción podría ser reducido, al menos a 3 horas si se trabaja sin recircular. Recirculando no queda claro si se puede reducir el tiempo pues es un aumento leve, pero constante. Al comparar los datos de recirculación (E2QDM y E3QDM) el efluente de la recirculación a 7 m/h presentó una mayor concentración de arsénico en todas las mediciones, además, en ese caso el volumen recirculado es lógicamente mayor por ser una mayor tasa.

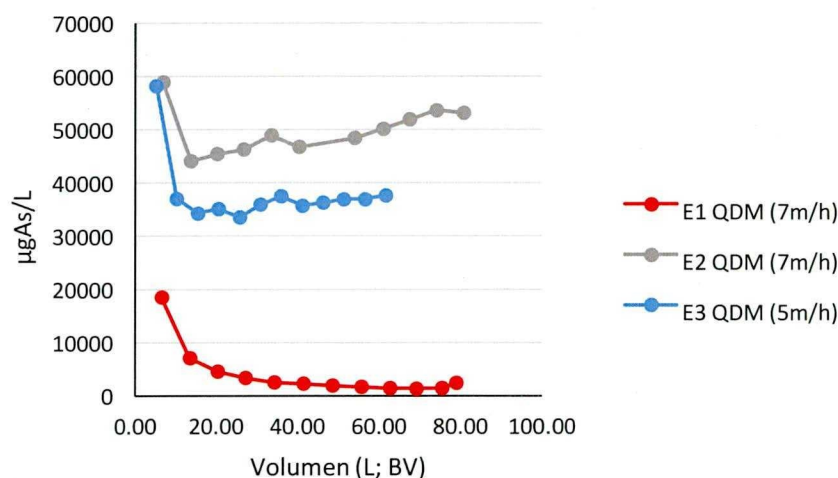


Figura 5: Concentración de arsénico en el efluente de hidróxido de sodio 2% durante los experimentos E1QDM-E3QDM. (cada punto corresponde a 30min, para 6 horas de experimento)

Contrariamente a lo anterior, la concentración total de arsénico en los residuos fue superior en el sistema de flujo sin recircular, seguido del recirculado a 5 m/h y 7 m/h (Tabla 4). En la misma Tabla 4 se observa, como era de esperar, que la mayoría del arsénico se extrae con el hidróxido de sodio. Es más, la cantidad extraída en el residuo ácido y el agua es probablemente restos del residuo de hidróxido de sodio remanente en la columna. La cantidad en el agua es despreciable.

Tabla 4: cantidad de arsénico por unidad de masa de adsorbente extraído en cada disolvente utilizado en E1-E3

Experimento	NaOH µgAs/g adsorbente	HCl µgAs/g adsorbente	Agua µgAs/g adsorbente	Total µgAs/g adsorbente
E1 QDM	548	9.83	0.39	558
E2 QDM	423	4.75	0.70	428
E3 QDM	466	53.14	0.06	510

En cuanto al silicio presente en el adsorbente los resultados muestran que durante la extracción con NaOH se da una liberación importante del mismo (Figura 6). Similarmente al caso del arsénico, la concentración de silicio en el efluente del tratamiento sin recircular (E1QDM) disminuye durante las primeras horas de tratamiento, mientras tanto, como era de esperar, aumenta en los casos de recirculación. En la Tabla 5 se observa que la cantidad de silicio por gramo de adsorbente extraído es aproximadamente el doble en el sistema no recirculado que en los casos recirculados. También, la extracción por el NaOH es mayor que por el HCl y el agua. La presencia de silicio en estos últimos debe ser residuos del extraído por el NaOH. La cantidad total de silicio extraído es importante al considerar que es un interferente en la remoción de arsénico y, por tanto, se están liberando espacios de adsorción que podrán ser ocupados por este último al momento de reusar el material.

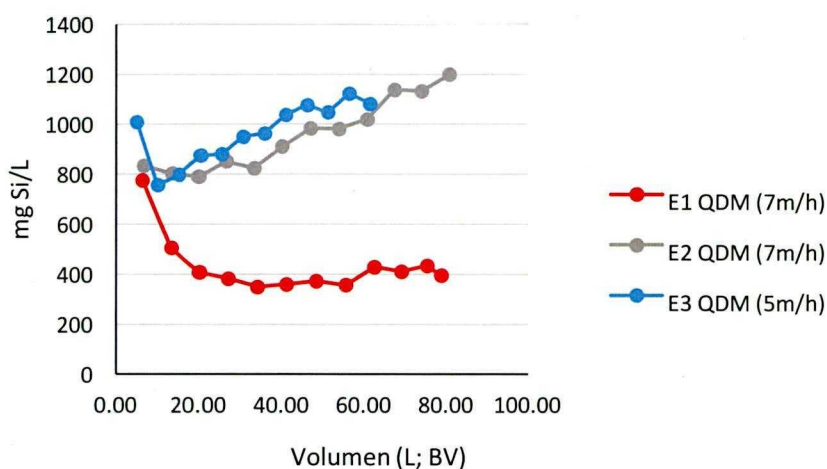


Figura 6 Concentración de silicio en el efluente de hidróxido de sodio al 2% durante los experimentos E1QDM-E3QDM. (cada punto corresponde a 30min, para 6 horas de experimento).

Tabla 5 cantidad de silicio por unidad de masa de adsorbente extraído en cada disolvente utilizado en E1-E3

Experimento	NaOH mgSi/g adsorbente	HCl mgSi /g adsorbente	Agua mgSi/g adsorbente	Total mgSi /g adsorbente
E1 QDM	25	1.13	1.64	28
E2 QDM	9,63	28.55	1.42	39,6
E3 QDM	12	2.42	0.49	15

Con relación al comportamiento del titanio durante los procesos de extracción, en el caso del hidróxido de sodio, en ninguna de las muestras se detectó. Se observaron cantidades del orden de 100-2000 mgTi/L al momento de aplicar el HCl en los tres experimentos (E1QDM a E3QDM), lo cual significa una pérdida muy baja de material. Cantidades menores se detectaron en algunas muestras del agua de enjuague. Es importante notar que el titanio no está regulado en los reglamentos de vertido. Las concentraciones totales de titanio se presentarán al momento de evaluar los residuos finales, ya que no presentaron tendencias importantes.

En cuanto al pH, durante los experimentos que involucraron NaOH se mantuvo entre 12,5 y 13,5 durante todo el proceso. Al neutralizar con el HCl, al momento de alcanzar un pH cercano a 10 se dio una caída rápida del mismo hasta valores inferiores a 8, llegando a alrededor de pH2. Lo anterior es característico de la neutralización de un ácido fuerte con una base fuerte como en este caso. Una vez alcanzado el pH ácido, se realizaron lavados con agua hasta obtener pH superior a 6, valor de alerta para distribución de agua. A partir de este momento, si la concentración de arsénico es inferior a la norma, la conductividad

menor a 400 μ S/cm, cloruro menor a 250 mg/L, sodio menor a 200 mg/L, los sólidos totales disueltos menor a 1000 mg/L u otro parámetro que considere el LNA apropiado evaluar, podrá iniciarse la distribución. Previo a este punto, el agua recolectada es considerada el residuo y deberá tratarse.

Capacidad de adsorción de los materiales regenerados en E1QDM-E3QDM

Además, de estudiar el comportamiento del pH y la extracción de arsénico, silicio y titanio durante el proceso de regeneración es importante determinar la efectividad del mismo. Lo anterior se realizó mediante ensayos de isotermas. En la Tabla 6 se comparan los resultados obtenidos de capacidad de adsorción a la concentración de equilibrio máxima evaluada y en equilibrio con 10 μ g/L (norma nacional) para el material regenerado y para el material adsorbente nuevo o virgen (MV). La capacidad de adsorción para la concentración en el equilibrio en E1QDM y E2QDM es cerca de un 80-90% del MV. En E3QDM la capacidad usando la isoterma de Langmuir es de alrededor de un 50%, pero con relación a la isoterma de Freundlich, aún con un r^2 importante, la capacidad es cercana al 80%. Entre los diferentes procedimientos de regeneración E2QDM presenta una mayor capacidad (188 μ g/g). Al comparar los resultados de la capacidad de adsorción en equilibrio con 10 μ g/L de arsénico la capacidad determinada está entre un 10 y un 50% la del MV, indicando que a bajas concentraciones la capacidad de regeneración no es tan importante. El detalle de los resultados y cálculos se presentan en el Excel 03 Isotermas y capacidades.

Tabla 6: comparación de la capacidad de adsorción del material regenerado E1QDM-E3QDM versus el material virgen. (200 μ gAs/L en agua ultrapura)

Material	Tipo de isoterma	Coficiente (r^2)	Concentración As en equilibrio (μ g/L)	Capacidad adsorción (μ g/g)	Capacidad de adsorción a 10 μ g/L (μ g/g)
MV	Lineal	0,977	103	168	58
E1QDM	Freundlich	0,8178	65	130	25
E2QDM	Freundlich	0,7475	104	188	2
E3QDM	Langmuir	0,9464	93	82	11
E3QDM	Freundlich	0,8696	92.9	142	8

Otra forma de comparar la capacidad de adsorción de los materiales regenerados, entre sí y con el material virgen, es graficando los datos utilizados para la determinación de las isotermas (Figuras 7 y 8). En ambos gráficos se observa que MV presenta una mayor eficiencia, entre un 10-30%. Es importante recordar que MV presenta al menos un 5% de material que pasa el tamiz de 0,149 mm (Informe Fase I) y a los materiales regenerados se les eliminó el material que atraviesa el tamiz de 0,200 mm, por tanto, podría esto afectar la capacidad de adsorción de los materiales regenerados en un cierto grado y no necesariamente la diferencias en adsorción se deba solamente a una ineficiencia en el tratamiento de regeneración. Seguidamente, E1QDM presenta un mejor comportamiento

seguido por E3QDM y por último E2QDM (Figura 7 y 8). De lo anterior, se deduce que el sistema operado sin recirculación presenta mayor rendimiento que en recirculación. En las mismas figuras se observa que entre los procedimientos de recirculación, la tasa de 5 m/h se presentó entre un 5-10% mayor capacidad de remoción que la tasa de 7 m/h. Por tanto, en caso de aplicar la recirculación se debería considerar usar 5m/h. Ahora bien, como mencionado, los resultados indican que el sistema sin recirculación produce un material más eficiente. Sin embargo, se debe considerar que en ambos sistemas se obtiene un material peligroso por el contenido de arsénico, por tanto, seguidamente se evalúa la calidad y cantidad de residuo generado.

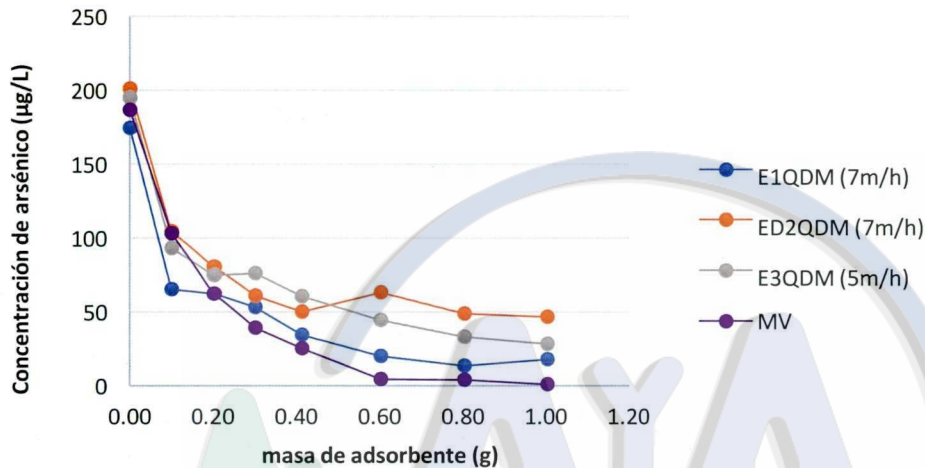


Figura 7: Remoción de arsénico a diferentes masas de adsorbente producido mediante E1-E3 y el material virgen

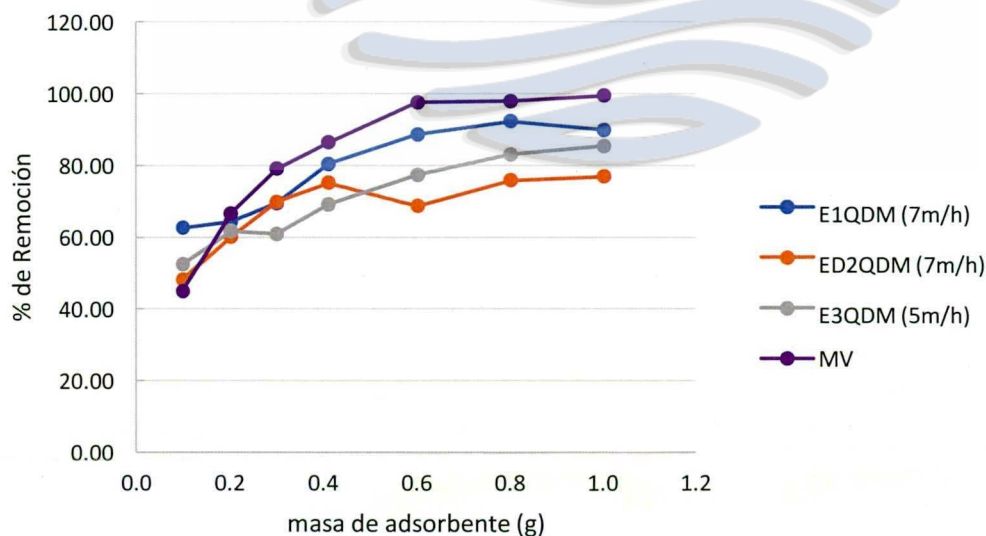


Figura 8: Comparación de la efectividad de E1-E3 versus el material virgen (Fasel)

Evaluación de los residuos de experimentos E1QDM-E3QDM

Primeramente, en la Tabla 7 se observa que el agua de cada pozo usada para preparar las disoluciones de NaOH al 2% y HCl al 1,7%, contienen una cantidad baja de arsénico y silicio y no se detectó titanio. En la Tabla 8 se presentan las cantidades y calidades de los residuos obtenidos en los tres experimentos. Con relación al contenido de titanio y silicio en los residuos se debe notar que ambas sustancias no están reguladas. Por tanto, no presentan peligrosidad para el medio ambiente. La presencia de silicio reviste importancia al liberarse sitios activos en el adsorbente. En relación al titanio, se detectaron cantidades bastante bajas, indicando una baja degradación del material.

En cuanto a los residuos de los lavados con agua solamente su pH ácido presenta problemas para el vertido, necesitando su neutralización. Sin embargo, presenta concentraciones superiores a los 10 µg/L de arsénico y por tanto no se puede consumir, debe ser descartada a un cuerpo de agua o sistema de alcantarillado. Si bien el residuo presenta titanio y silicio, a muy bajas concentraciones, no presentan problema por no estar regulados. En el caso sin recircular prácticamente se duplicó el volumen generado.

En todos los casos se detectó arsénico en el hidróxido de sodio y ácido clorhídrico a una concentración por encima de la norma de vertido en cuerpos de agua y al alcantarillado, 0,1mgAs/L y 0,5Asmg/L respectivamente. Como es de esperar la concentración de arsénico en el NaOH de los sistemas recirculados es mucho mayor que en los no recirculados. Además, en todos los casos la presencia de arsénico en el ácido probablemente se deba a que, una vez concluido el ciclo de regeneración con NaOH, la columna no fue drenada. Por tanto, la concentración de arsénico detectada en el ácido es en realidad el residual del hidróxido de sodio, es recomendable evaluar la posibilidad de drenar la columna para poder tener menor cantidad de residuo a tratar. Precisamente, la cantidad de residuo a tratar es de vital importancia, no solo a nivel económico, sino que también por la manipulación especial que debe tener. Así, en la Tabla 8 se muestra como para el sistema sin recircular se generaron 94BV de NaOH contaminado, mientras tanto, para los experimentos recirculando la cantidad generada fue de 10BV. Adicionalmente, mediante el sistema en recirculación se podría optimizar la cantidad de NaOH a recircular y, por tanto, generar una cantidad menor de residuo. Precisamente, esto último se realizó en la siguiente secuencia de experimentos.

Tabla 7: Características de Concentraciones de As-Ti-Si para el Agua Cruda

Agua	As (mg/L)	Ti (mg/L)	Si** (mg/L)
Quintas don Miguel	56,18	< 1,78*	69,27
Santa Cecilia	12,75	< 1,78	19,19

* Límite de detección. ** multiplicar por 60 para obtener el dato en mg SiO₂/L

Tabla 8: Cantidades y Características de los residuos obtenidos en E1QDM-E3QDM

* Límite de detección. ** multiplicar por 60 para obtener el dato en mg SiO₂/L

Experimento (ID)	Residuo	Volumen (BV, L)	pH	As (mg/L)	Ti (mg/L)	Si** (mg/L)
E1QDM	NaOH	94	12,72	5,89	< 1,78*	2707
	HCl	7,08	12,83	1,40	2453	160,55
	Agua	49,56	2,45	0,01	3,402	33,5
E2QDM	NaOH	10	13,2	45,9	< 1,78	10450
	HCl	10	0,78	0,5	366,25	3096
	Agua	28,3	2,57	0,03	0,607	54,5
E3QDM	NaOH	10	12,9	49,5	< 1,78	13030
	HCl	3,2	12,72	17,7	2849	804,5
	Agua	25,5	1,94	0,004	< 1,78	34,72

Conclusiones serie de experimentos E1QDM-E3QDM

Considerando los resultados anteriores se puede deducir que la cantidad de silicio, pH y titanio extraída son aspectos secundarios para decidir cuál de los tres procedimientos de regeneración es más apropiado. De tal manera que solamente queda la cantidad de arsénico extraído, la capacidad de remoción y la cantidad de residuos por tratar. Considerando los dos primeros aspectos se podría pensar que el sistema sin recircular es el mejor, sin embargo, este produce una gran cantidad de residuos, alrededor de 90BVs, mientras tanto en los otros dos casos solamente 10BVs. Así, sin recircular sería inviable por la cantidad de residuo peligroso por tratar. Recirculando, se obtendría una misma cantidad de residuo, por tanto, para escoger entre usar 7m/h o 5m/h se debe observar la eficiencia para extraer el arsénico y la capacidad de adsorción. Según la Tabla 4, el sistema a 5m/h extrajo 510 µgAs/g de adsorbente contra 428 µgAs/g extraídos a 7 m/h. Lo anterior se reflejó también en la capacidad de remoción levemente mayor en el caso a 5 m/h (Figuras 7 y 8).

Así, de este primer set de experimentos se deduce que recircular a 5m/h es la mejor alternativa para la regeneración. Con base en esta información, en la siguiente sección se presentan los resultados de una serie de experimentos diseñados para determinar un volumen apropiado para la regeneración que produzca una cantidad menor de residuos a tratar.

Comportamiento durante la secuencia E4 SC a E6 SC

Basados en las conclusiones de la sección anterior, se decidió, en conjunto con la contraparte, realizar los experimentos E4SC-E6SC recirculando diferentes cantidades de hidróxido de sodio a 5 m/h. En este caso se utilizó el material agotado de Santa Cecilia y se monitoreó el efluente de la columna y el recipiente de la disolución recirculada. Nuevamente, el HCl y el agua cruda se aplicaron sin recircular.

El monitoreo del efluente y del recipiente del sistema muestran, como es de esperar, un comportamiento similar (Figuras 9 y 10). En ambos casos, durante los primeros 20BV de operación la concentración de arsénico es mayor en el E6SC, seguido por E5SC y finalmente por E4SC, coincidiendo con el volumen de NaOH usado: 3L, 5L y 10L respectivamente. Lo anterior se relaciona con una dilución del arsénico, para evitar dicho efecto se normalizaron los datos utilizando el volumen total en el recipiente al momento de la toma de muestra y la masa de adsorbente (Figura 11). En dicha figura se observa un orden diferente, siendo mayor la extracción al usar 10L, seguido por 3L y 5L para los primeros 20BV. Al aumentar el tiempo de regeneración y consecuentemente la cantidad de BVs recirculados, en el caso de 3L (E6SC), la concentración en el recipiente y en el efluente y en la cantidad extraída por masa de adsorbente disminuyen (Figuras 9,10 y 11). Probablemente, se da una re-adsorción del arsénico, nótese que en E6SC la concentración de arsénico era la más alta durante ese periodo, tanto en el efluente como en el recipiente (Figura 9 y 10). En general la extracción en el reservatorio de 10L fue más efectiva que usando 5L y 3L. Lo anterior se confirma con el análisis final en los residuos (Tabla 5), donde la cantidad extraída disminuye con el volumen de regenerante.

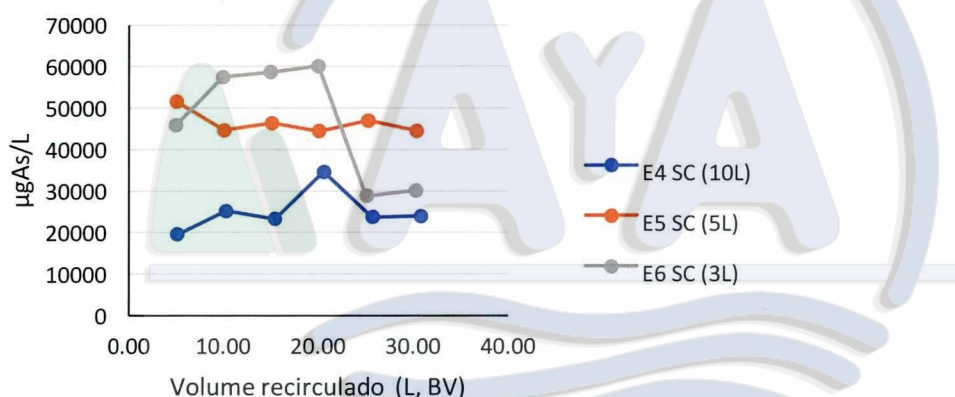


Figura 9 Concentración de arsénico en el efluente de hidróxido de sodio 2% durante los experimentos E4 SC-E6 SC. (cada punto corresponde a 30min, para 3 horas de experimento, tasa 5m/h)

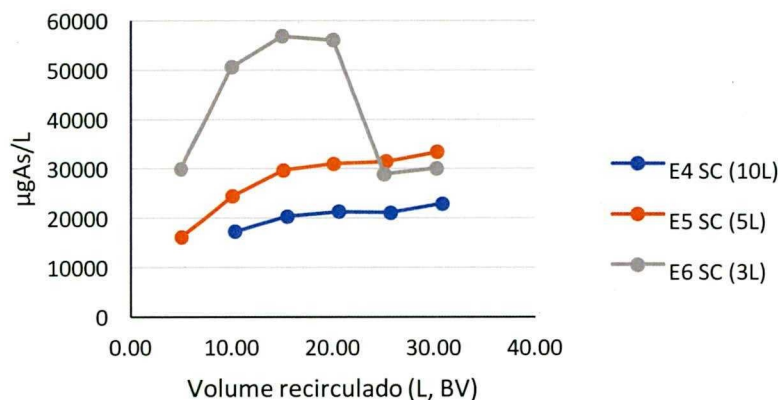


Figura 10 Concentración de arsénico en el recipiente de hidróxido de sodio 2% durante los experimentos E4 SC-E6 SC. (cada punto corresponde a 30min, para 3 horas de experimento, tasa 5m/h)

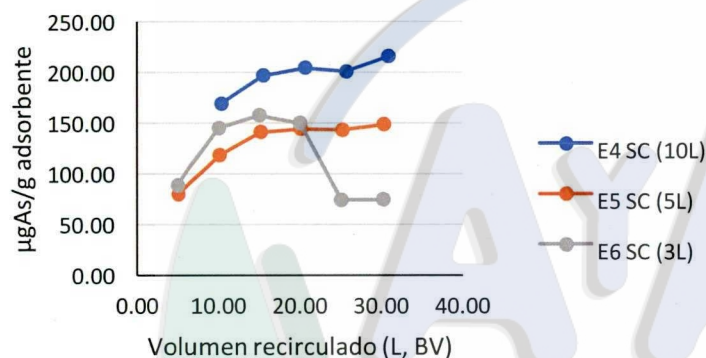


Figura 11 cantidad de arsénico extraída del adsorbente mediante hidróxido de sodio 2% durante los experimentos E4 SC-E6SC. (cada punto corresponde a 30min, para 3 horas de experimento, tasa 5m/h)

Tabla 9 cantidad de arsénico extraído del adsorbente en cada disolvente utilizado en E4-E6

Experimento	NaOH µg As/g adsorbente	HCl µg As/g adsorbente	Agua µg As/g adsorbente	Total µgAs/g adsorbente
E4 SC	210	24.61	3.26	239
E5 SC	145	2.10	1.86	149
E6 SC	71,51	35.08	0.42	107

En cuanto al comportamiento del silicio en la Figura 12 se puede observar que la cantidad extraída por cantidad de adsorbente se comporta de forma similar al arsénico (Figura 11), mayor extracción a mayor volumen de regenerante y tiempo de recirculación. En este caso no se observa el fenómeno de re adsorción observado en el arsénico para E6SC. Nuevamente la mayor cantidad extraída es en el NaOH (Tabla 7).

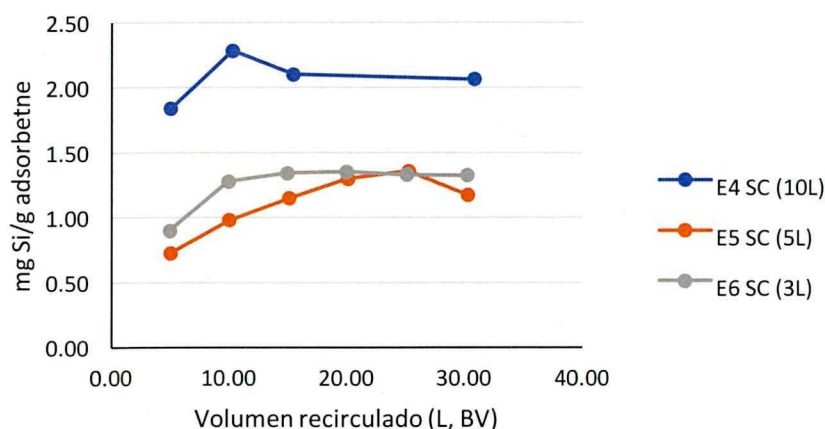


Figura 12 cantidad de silicio extraída del adsorbente mediante hidróxido de sodio 2% durante los experimentos E4SC- E6SC. (cada punto corresponde a 30min, para 3 horas de experimento, tasa 5m/h)

Tabla 10 cantidad de arsénico por unidad de masa de adsorbente extraído en cada disolvente utilizado en E4SC-E6SC

Experimento	NaOH mgSi/g adsorbente	HCl mgSi /g adsorbente	Agua mgSi/g adsorbente	Total mgSi /g adsorbente
E4 SC	2.04	0.12	0.95	3.11
E5 SC	1.15	0.15	0.96	2.26
E6 SC	1.27	0.02	0.88	2.17

En relación a la cantidad de titanio liberada durante el procedimiento propuesto en el NaOH no se detectó, en el ácido se detectó en concentraciones de 1000-2000mg/L y en el agua en algunas muestras. Igual que en los experimentos del material QDM, la cantidad liberada es muy baja y no existe legislación sobre este tipo de contaminante en aguas residuales.

El comportamiento del pH fue similar al de los experimentos E1QDM-E3QDM, durante el tratamiento con NaOH osciló entre 12,5 y 13,5, al neutralizar con ácido, luego de una reducción gradual se presenta una reducción súbita hasta pH2. Posteriormente, se lavó con agua hasta obtener un pH superior a 6. A partir de este momento, si la concentración de arsénico es inferior a la norma, la conductividad menor a 400 μ S/cm, cloruro menor a 250 mg/L, sodio menor a 200 mg/L, los sólidos totales disueltos menor a 1000 mg/L u otro parámetro que considere el LNA apropiado evaluar, podrá iniciarse la distribución. Previo a este punto, el agua recolectada es considerada el residuo y deberá tratarse.

Capacidad de adsorción de E4SC-E6SC

En la Tabla 11 se comparan los resultados obtenidos de capacidad de adsorción a la concentración de equilibrio máxima evaluada y en equilibrio con 10 μ g/L (norma) para el material regenerado y para el material adsorbente nuevo o virgen (MV). En el caso de E4SC los resultados de la isoterma de Langmuir se presentan muy distantes del MV, por tanto, se

utilizará la isoterma de Freundlich con un r^2 aceptable. Así, los materiales regenerados usando 10 y 5L de NaOH presentan una capacidad de adsorción en el equilibrio cercana al 90-95% del MV. Al usar 3L (E6SC) la capacidad disminuye hasta 118 $\mu\text{gAs/L}$, (70%). Similarmente al primer set de experimentos, la capacidad de adsorción en equilibrio con la norma nacional es inferior al 40% en todos los casos.

Tabla 11 comparación de la capacidad de adsorción del material regenerado (E4Sc-E6Sc) versus el material virgen. (200 $\mu\text{gAs/L}$ en agua ultrapura)

Material	Isoterma	Coficiente (r^2)	Concentración As en equilibrio $\mu\text{g/L}$	Capacidad adsorción ($\mu\text{g/g}$)	Capacidad de Adsorción a 10 $\mu\text{g/L}$ ($\mu\text{g/g}$)
MV	Lineal	0,977	103	168	58
E4 SC	Langmuir	0,934	79	95	14
E4 SC	Freundlich	0,877	79	152	12
E5 SC	Lineal	0,7831	94	158	17
E6 SC	Freundlich	0,8517	116	118	4

Nuevamente, más información sobre la capacidad de adsorción de los materiales regenerados se puede obtener al graficar los datos obtenidos durante los ensayos de isotermas (Figuras 13 y 14). EL MV presenta un mejor desempeño, alrededor de un 10-15% más que E4SC y E5SC y entre un 20-30% más que E6SC. Al igual que en la serie de experimentos anterior (E1QDM-E3QDM), se debe tener en cuenta que el MV presenta al menos un 5% de materiales finos que a los materiales regenerados se les removió. No obstante, de forma general la regeneración se muestra efectiva. Los datos de E4SC y E5SC son muy similares, mostrando que usar 5 o 10BV de regenerante es igualmente probable, lógicamente generar menos residuos siempre será ventajoso. Finalmente, E6SC presenta una capacidad menor a E5SC, por tanto, a la luz de estos ensayos, es mejor recircular 5BV's que 3BV's de regenerante. Un dato contundente se obtendría determinando la cantidad de BV's tratados por ambos materiales en un ensayo en columnas.

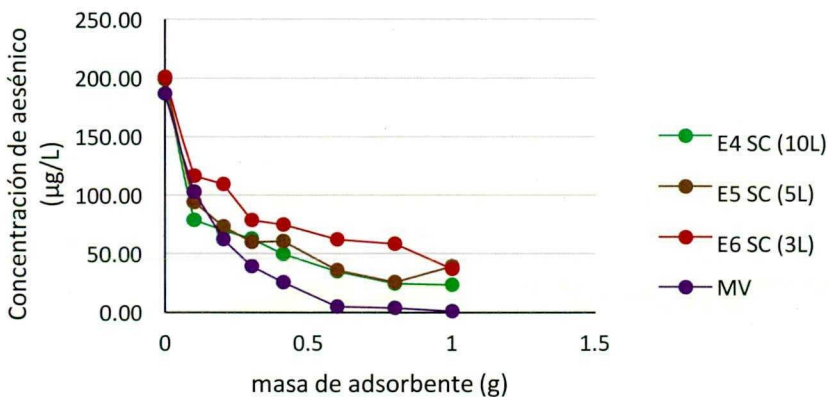


Figura 13 Remoción de arsénico a diferentes masas de adsorbente producido mediante E4SC-E6SC y el adsorbente virgen

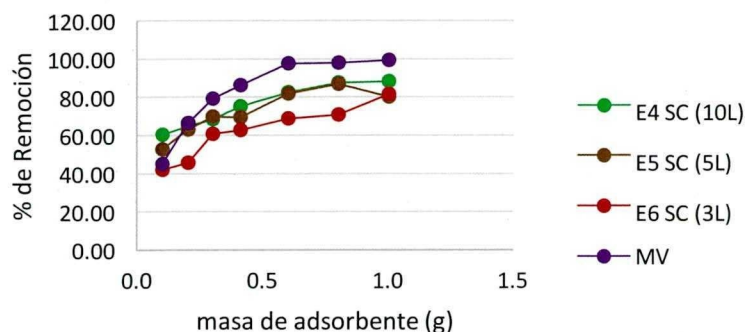


Figura 14: Comparación de la efectividad de regeneración en E4SC-E6SC versus el adsorbente virgen

Residuos generados durante E4SC-E6SC

La Tabla 9 muestra las cantidades y características de los residuos obtenidos. Silicio fue detectado en todos los residuos, con una concentración mayor en el NaOH. Las concentraciones de silicio indican la liberación de sitios activos del adsorbente. Las cantidades de titanio detectadas en el agua y/o en el ácido son bajas, mostrando baja pérdida de material. Se debe aclarar que tanto silicio como titanio no se encuentran regulados en el reglamento de vertido ni en el de consumo de agua potable.

En el caso del agua, al contener bajas concentraciones de arsénico, el titanio y el silicio no estar regulados, se deberá neutralizar a pH entre 6 y 8 para poder descargarla en un cuerpo de agua o sistema de alcantarillado.

En cuanto a la presencia de arsénico en los residuos este se detectó en concentraciones superiores a la legislación en los residuos de NaOH y HCl, creando la necesidad de un tratamiento posterior. Además, el pH de los estos residuos debe ajustarse.

Tabla 9 Cantidades y Características de los residuos obtenidos en E4SC-E6SC

Experimento (ID)	Residuo	Volumen (BV, L)	pH	As (mg/L)	Ti (mg/L)	Si** (mg/L)
E4 SC	NaOH	9,5	12,22	22,315	<1,78*	219,4
	HCl	2	12,14	12,43	92,9	60,05
	Agua	40	6,2	0,08	<1,78	23,88
E5 SC	NaOH	4,5	12,74	33,41	<1,78*	2633
	HCl	2	12,72	1,0625	58,55	75,95
	Agua	25,0	2,0	0,07	2,288	34,36
E6 SC	NaOH	2,5	12,28	30,1	<1,78*	535
	HCl	2	12,72	17,715	69,9	9,484
	Agua	23,0	1,8	0,02	5,005	38,82

* Límite de detección. ** multiplicar por 60 para obtener el dato en mg SiO₂/L

Conclusiones secuencia E4SC-E6SC

Conforme se desprende de los resultados presentados anteriormente usar 10L o 5L de adsorbente sería lo más apropiado si se considera solamente a la capacidad de adsorción obtenida. Sin embargo, el volumen de residuos a tratar no deja de ser importante, y tratar 5BV's o menos es más ventajoso que 10BV. Al comparar E5SC con E6SC el primero presenta una mayor capacidad de remoción, aproximadamente un 10% según los ensayos realizados. Se recomienda evaluar 3BV's utilizando solamente 2 horas de recirculación de tal manera que se pueda evitar una posible re-adsorción del arsénico.

Propuesta de tratamiento de residuos

En la Tabla 8 se compara la efectividad del proceso de tratamiento de residuos para la mezcla de residuos básicos y ácidos. Como se observa en dicha tabla el tratamiento con cloruro de hierro y ajuste de pH es efectivo en la remoción de arsénico. Al utilizar 44 mgFe/L se logró alcanzar 77% de remoción a pH 6,75, en el siguiente ensayo el porcentaje de remoción fue de un 98% con un pH final de 6,30. En este último caso, la concentración de arsénico estuvo muy próxima al valor límite para vertido en alcantarillado sanitario. Se recomienda contratar un gestor de tratamiento de residuos peligrosos para que optimice y desarrolle este procedimiento. Además, dicho gestor deberá inmovilizar/solidificar el lodo resultante usando cemento para, previo a su disposición en un relleno sanitario, verificar que cumple con el ensayo de lixiviados (Método 1311 de la EPA).

Tabla 10 Efectividad del tratamiento de los residuos ácidos y básicos mezclados

Parámetros	Mezcla de residuo sin tratamiento	Residuo tratado	% de remoción	Legislación Nacional	
				Vertido cuerpo agua	Vertido alcantarillado
Ensayo 1 (44ppm Fe)					
Arsénico (µg/L)	48045	11185	77	100	500
pH	12,6	6,75		5-9	5-9
Titanio (mg/L)	< 1,78*	< 1,78		N.R.	N.R.
Silicio (mg/L)	466	194		N.R.	N.R.
Hierro (mg/L)	N.D.	N.D.		N.R.	N.R.
Ensayo 2 (41ppm Fe)					
Arsénico (µg/L)	36235	707	98	100	500
pH	12,98	6,30		5-9	5-9

*Límite de detección N.R.: no regulado.

Por otro lado, los residuos del lavado con agua se neutralizaron utilizando bicarbonato de sodio sólido hasta alcanzar el pH apropiado para consumo previo análisis o para vertido. La dosis necesaria fue de 1g/L.

Protocolo de Regeneración

Seguidamente, se presenta el protocolo de regeneración aplicado a un filtro de 1180L equivalente a 1BV siguiendo el procedimiento determinado en E5SC. Por tanto, se necesitan 5BV de NaOH 2%, 2BV de HCl 1,7% y 25BV de agua. Primeramente, se presentan los insumos químicos necesarios, equipo de seguridad y posteriormente cada una de las etapas del tratamiento.

Productos químicos

Hidróxido de sodio al 2%: se deben preparar 5BV de hidróxido de sodio al 2% a partir de hidróxido de sodio comercial al 50%. Para esto, asumiendo que cada BV es de 1180L, la cantidad a utilizar se determina mediante:

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

donde V_1 y C_1 son el volumen y concentración de la sustancia concentrada, esto es NaOH 50% y V_2 y C_2 , los parámetros diluidos. De tal forma que la cantidad de hidróxido de sodio al 50% debe ser:

$$V_1 = \frac{(1180L * 5) * 2\%}{50\%} = 236L$$

se deben disolver 236L de hidróxido de sodio al 50% en agua cruda y diluir hasta completar 5900L. Se recomienda hacer este procedimiento en la tolva respectiva, colocando 5664L de agua y posteriormente agregar los 236L del producto químico poco a poco y con agitación constante.

En el Anexo 1 se presentan la hoja de seguridad y los costos del hidróxido de sodio al 50%.

Ácido clorhídrico al 2%: se deben preparar 2BV de ácido clorhídrico al 2% a partir de ácido clorhídrico comercial al 17%. Utilizando la misma fórmula anterior se tiene:

$$V_1 = \frac{(1180L * 2) * 1,7\%}{17\%} = 236L$$

Por tanto, se deben disolver 236L de HCl 17% en agua cruda y diluir hasta completar 2360L. Se recomienda hacer este procedimiento en la tolva respectiva, colocando 2124L de agua y posteriormente agregar los 236L del producto químico poco a poco y con agitación constante.

En el Anexo 1 se presentan la hoja de seguridad y los costos del HCl al 17%.

Bicarbonato de sodio sólido: este producto se puede utilizar en estado sólido y en polvo. Igualmente, la hoja de seguridad y los costos se encuentran en el anexo 1.

Equipo de seguridad

Para cada persona encargada del manejo y preparación de los materiales se recomienda el uso de guantes de nitrilo largo, guante nitrilo corto, botas de hule y traje especial para

manejo de productos químicos. Durante la preparación de las disoluciones ácidas y el manejo del ácido concentrado se recomienda el uso de mascarilla “full face” equipada con filtros resistente a vapores ácidos 90 ABEK 2. En el anexo 2 se presentan los equipos y sus costos.

Primera Etapa – Hidróxido de sodio recirculado

Se propone preparar la disolución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 2% (pH=13) en una de las Tolvas que actualmente existen para la sedimentación de los lodos. Dado que la distribución de válvulas en el sistema no aparece en planos, se desconoce si se deben comprar, sin embargo, en el diagrama de flujo aparece la ubicación de las válvulas que son indispensables para lograr la configuración deseada de recirculación.

La cantidad de NaOH es equivalente a 5BV por lo que se tiene lo siguiente:

Tabla 11 Verificación del volumen efectivo para utilizar la Tolva en la recirculación de NaOH 2%

Altura medio (mm)	Diámetro interno (mm)	Área (m ²)	BV (L)	Volumen NaOH (L)	Volumen Tolva (L)	Condición
1220	1110	0,97	1180	5664	7000	Cumple

Respecto a las condiciones hidráulicas, el protocolo está diseñado para que la regeneración del medio adsorbente se dé a una tasa de 5 m/h por lo que se tiene:

Tabla 12 Condiciones hidráulicas durante la primera etapa de regeneración con NaOH

Velocidad flujo medio (m/h)	Diámetro interno (mm)	Área (m ²)	Caudal (m ³ /h)	Caudal (L/s)	Tiempo contacto (min)	Tiempo de recirculación (h)
5	1110	0,97	4,84	1,34	14,64	3

Según los datos de diseño de la planta (Q=10 L/s), el tiempo de contacto es de 5,80 min. Evidentemente durante el ciclo de regeneración al tratarse de una tasa menor, este tiempo se incrementa en casi 9 minutos. Las velocidades máximas no se verificaron dado que la planta está diseñada para operar a 12,63 m/h por lo que al operarla a una tasa menor evidentemente las velocidades cumplen en el resto de las tuberías.

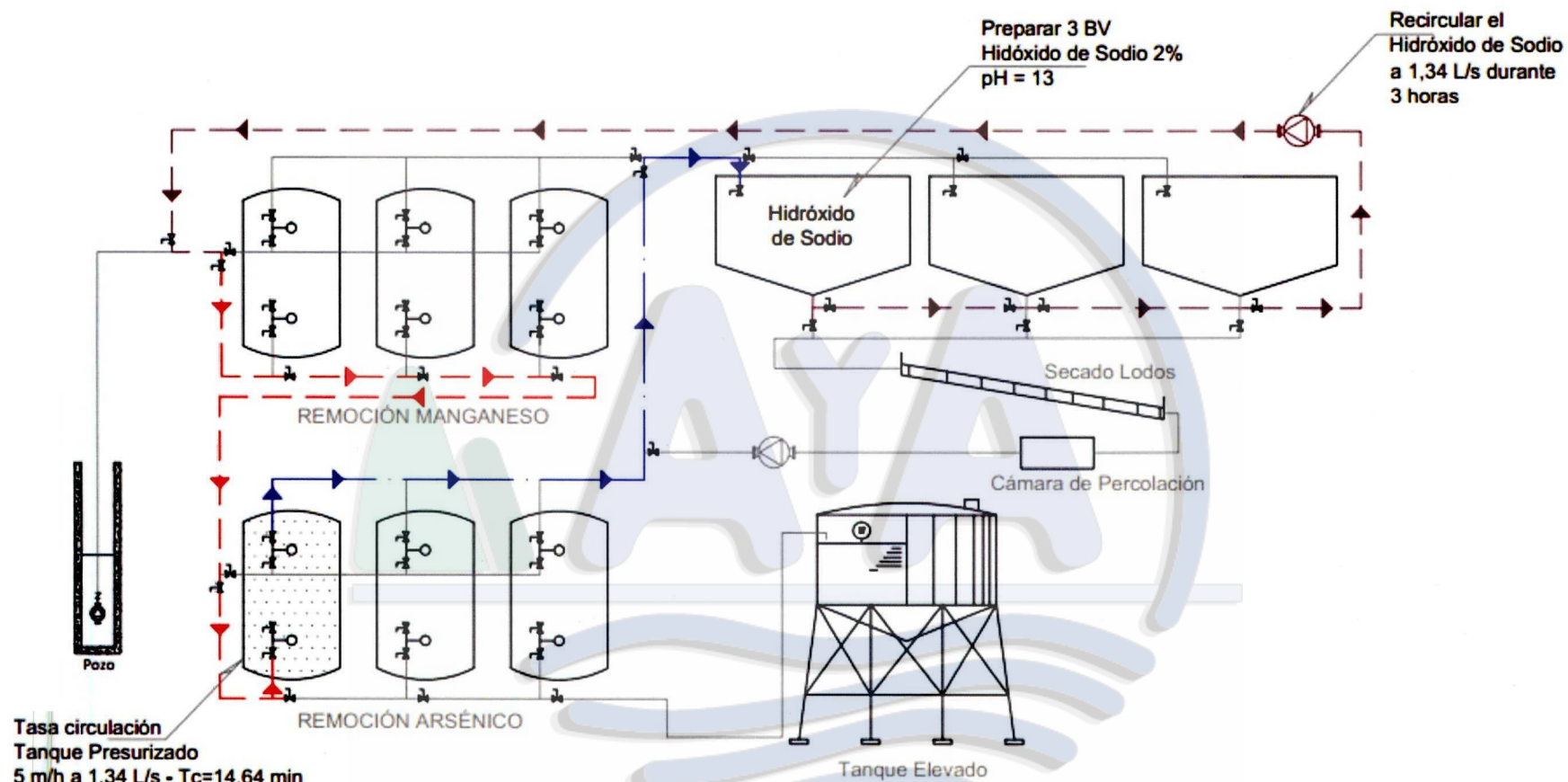


Figura 15 Diagrama de flujo primera etapa recirculado de hidróxido de hierro.

Segunda Etapa – Lavado con Ácido Clorhídrico

Durante esta etapa se debe preparar 2BV de ácido clorhídrico al 2%. Es importante aclarar que no se debe recircular y se propone que los residuos se mezclen en la Tolva que contiene el NaOH que se recirculó en el paso anterior por lo que se procede a hacer la verificación correspondiente:

Tabla 13 Verificación del volumen efectivo para utilizar la Tolva para mezclar los residuos de NaOH y HCl

Altura medio (mm)	Diámetro interno (mm)	BV (L)	Volumen NaOH (L)	Volumen HCl (L)	Volumen Total Residuos (L)	Volumen Tolva (L)	Condición
1220	1110	1180	5900	2360	8260	7000	No cumple

Conforme la Tabla 13, al recircular a la tolva que contenía el NaOH el volumen total de residuo superaría el volumen de la tolva. Por tanto, es recomendable utilizar un recipiente extra de 2000L para completar la recolección de los residuos. O bien, verificar/ajustar el volumen de adsorbente a un valor de 900L por BV para cumplir con los 5BV de NaOH y 2BV de HCl 1,7%, para generar aproximadamente 6300L de residuo y poder recoger los residuos en una tolva de 7000 litros.

La disolución de ácido clorhídrico al 2% posee un pH cercano a la unidad lo que implica que no debe estar en contacto con estructuras metálicas. Por ello, se recomienda instalar una bomba que soporte trasegar líquidos con $\text{pH} < 1$ e instalar una línea justo a la salida de la Tolva donde se va a preparar la disolución en manguera o tubería plástica por lo que se procede a estimar el diámetro teórico de la línea propuesta:

Tabla 14 Dimensionamiento línea alimentación en material plástico hacia el tanque presurizado

Caudal (L/s)	Diámetro propuesto (mm)	Área (m^2)	V (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Condición
1,34	25,4 (1")	5,07E-4	2,65	2,5	No cumple
1,34	38,1 (1-1/2")	1,14E-3	1,18	2,5	Cumple

Respecto al tanque presurizado se revisó las toberas (crepinas), el medio de soporte (arena Silex) y el recubrimiento interno de los tanques (Intergard 400 & Interthane 990) y todo resiste a condiciones abrasivas. No obstante, se recomienda sustituir las piezas metálicas a lo interno del tanque y la tubería del retrolavado hacia las toberas (ver línea azul – Figura 6) por un material plástico (PVC o manguera) similar a la línea de entrada con un diámetro

mínimo de 1,5 pulgadas de diámetro. Se debe reemplazar además la válvula inferior por una válvula plástica.

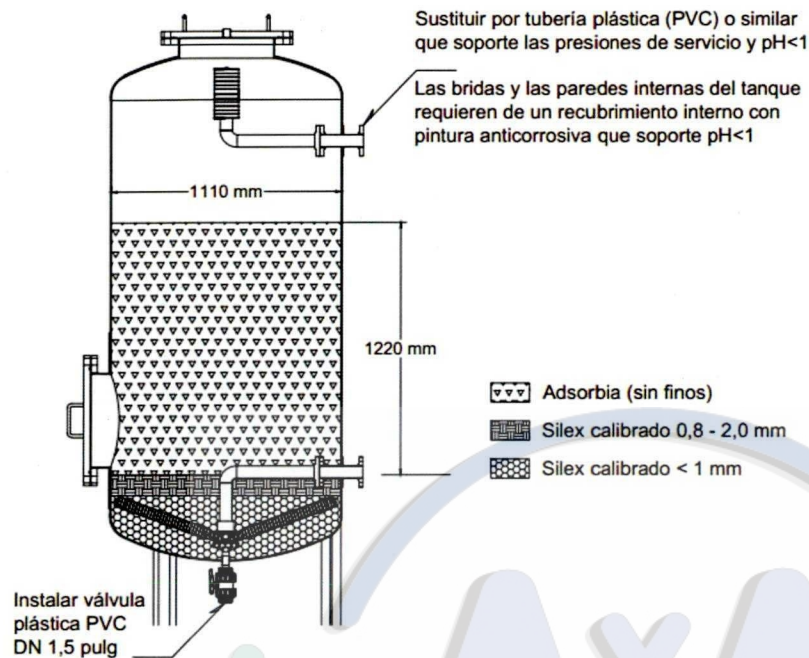


Figura 16 Propuesta de modificaciones a los tanques.

Tercera Etapa – Lavado con agua cruda

Esta última etapa consiste en trasegar agua cruda hasta un pH 6-8 y que la concentración de arsénico en las tolvas sea menor a 10 µg/L. Durante esta etapa se debe recolectar agua en las dos tolvas que se tienen disponibles, pues esta se debe tratar posteriormente con bicarbonato de sodio. Si se compara con el diagrama de flujo mostrado en la Figura 4 prácticamente la configuración de válvulas es la misma que cuando se hace retrolavado de los tanques por lo que no se requiere hacer modificaciones al sistema. Dado que serán varios BVs de agua (alrededor de 25BVs), es recomendable ir realizando la neutralización con bicarbonato de sodio conforme las tolvas se llenen y descartando el agua neutralizada.

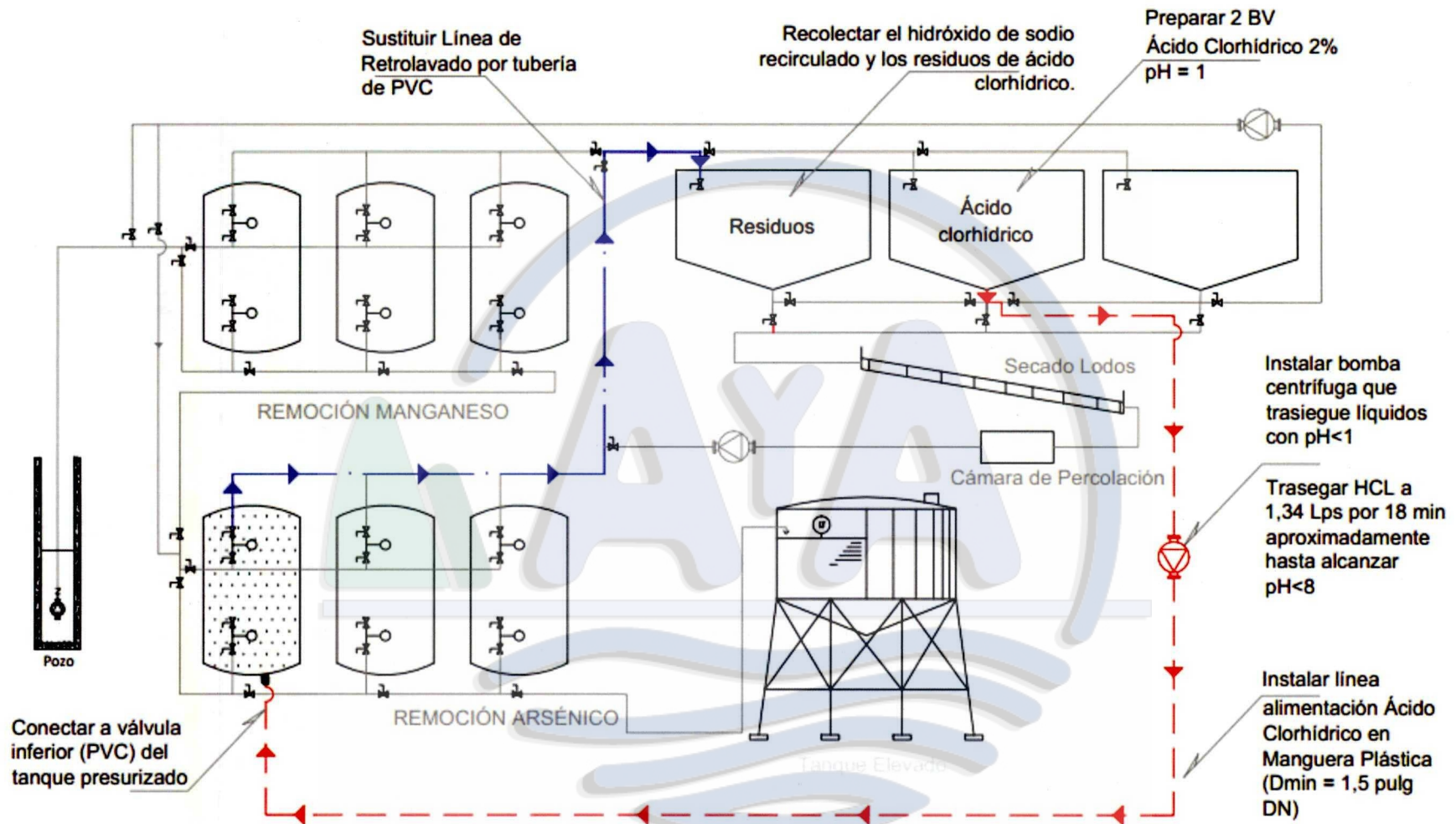


Figura 17 Diagrama de flujo segunda etapa lavado ácido clorhídrico.

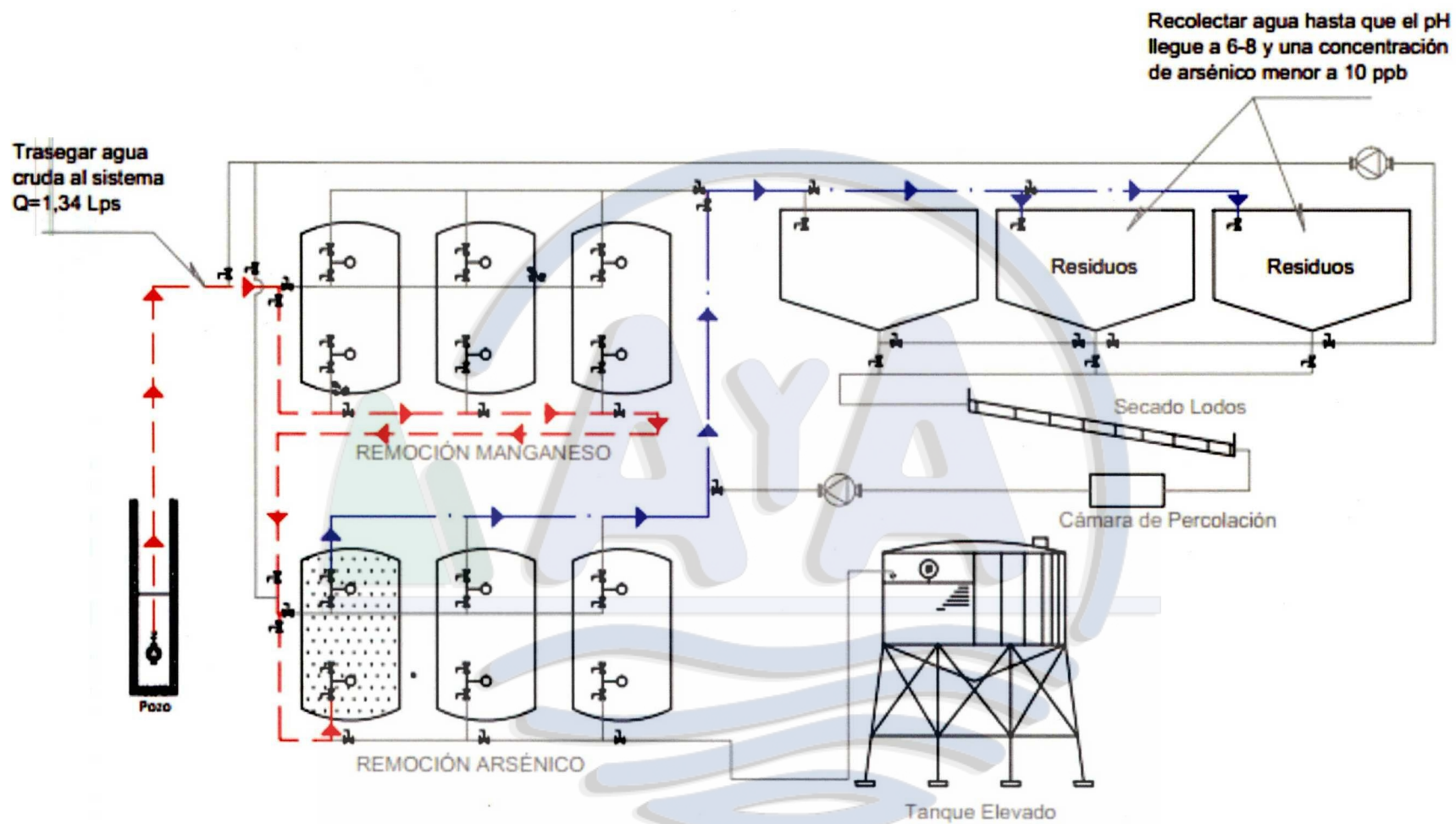


Figura 18 Diagrama de flujo tercera etapa lavado agua cruda

Análisis financiero del protocolo de regeneración propuesto y el tratamiento de residuos. Al comparar la efectividad del tratamiento de regeneración el tratamiento con 5BVs es alrededor de un 10% más efectivo que con 3BVs. Sin embargo, solamente un ensayo en columnas o la práctica en campo permitiría determinar si realmente, versus los costos de tratamiento de residuo, es mejor usar 3BVs que 5BVs de regenerante. Por tanto, en este estudio se consideraron únicamente los costos al tratar 5BVs, comparar con 3BVs sin datos concretos de BVs de agua tratada por los materiales regenerados es contraproducente.

En la Tabla 15 se presentan dos escenarios donde la diferencia se basa en la contratación de un tercero para realizar la regeneración o que sea realizado por personal de AyA. Claramente, con esta segunda opción se tendría una economía superior a los cinco mil dólares. El costo de los productos químicos utilizados en el proceso de regeneración se asume que en ambos casos serían asumidos por AyA. El costo por el tratamiento de residuos incluye los productos químicos necesarios, tal como se observa en la oferta de la empresa Greco Chemical S.A. (Anexo 3).

Tabla 15 estimación de costos del sistema de regeneración incluyendo los costos de tratamientos de residuos.

Escenario	Cantidad de residuo (BVs)	Regeneración	Productos químicos	Tratamiento residuos	Total (IVI)
1	7	\$6,200.00*	\$2,456.81	\$22,401.12	\$31,057.93
2	7	\$731.46**	\$2,456.81	\$22,401.12	\$25,589.39

* Regeneración por tercero. ** Regeneración por AyA.

Tabla 16 comparación de costos entre el cambio de adsorbente y los escenarios propuestos

Item	Absorbente nuevo	Escenario 1	Escenario 2
Costo total	\$66,635.53	\$31,057.93	\$25,589.39
Cantidad ahorrada		\$35,577.61	\$41,046.15
% de ahorro esperado		53	62

Conforme la Tabla 16, ambos escenarios producen un ahorro sustancial en relación al costo de colocar adsorbente nuevo. En este último caso no se está incluyendo los costos de cambio e instalación del adsorbente y el costo de disposición final del mismo, pues están fuera del alcance de este análisis. Al comparar ambos escenarios, el 2 es el más ventajoso, generando cerca de cinco mil dólares de ganancia si el trabajo es realizado por funcionarios de AyA, siendo el escenario 2 el más ventajoso.

Conclusiones y recomendaciones

El sistema de regeneración tanto en sentido directo como en recirculado es efectivo. El sistema en recirculado presenta la ventaja de generar menos residuos y además se puede controlar el volumen a recircular, generando un residuo menor.

El recirculado a 5m/h resulta mejor que a 7m/h, por tanto, se recomienda usar la primera tasa de recirculación. Se recomienda una relación de 5BV de regenerante por cada BV de adsorbente.

Los resultados indican que en el caso de usar 3BV de regenerante por cada BV de adsorbente podría presentar mayor efectividad en máximo 2 horas de operación. Por tanto, se recomienda realizar un ensayo en esas condiciones.

Mediante el protocolo propuesto se formarían residuos alcalinos y ácidos con altas concentraciones de arsénico, el cual se puede remover mediante la mezcla de los mismos, ajuste de pH y precipitación con cloruro de hierro. El lodo generado también debe ser tratado, probablemente por un sistema de solidificación/ estabilización. En el caso de los residuos acuosos, solamente el pH se encuentra fuera de la norma y se puede ajustar usando bicarbonato de sodio. Se recomienda, para el caso de los residuos alcalinos y ácidos contratar a un Gestor Autorizado (Se adjunta oferta de uno presente en el mercado).

El análisis financiero se realizó considerando el reemplazo del adsorbente en un sistema de 3 filtros, donde el material adsorbente tiene un costo de \$66,635.53. Se evaluaron dos escenarios en cuanto a mano de obra: funcionarios del AyA realizan el trabajo, un tercero realiza el trabajo. El escenario en el cual funcionarios del AyA realizan el trabajo de regeneración del adsorbente en planta resultó el más ventajoso frente a la contratación de un tercero. En el caso que AyA realice esa etapa tendría un ahorro del 62% (\$41,046.15) frente a 53% (\$35,577.61) en el caso de contratar a un tercero. Es importante aclarar que en ambos casos el ahorro sería superior pues no se tendría que importar y cambiar adsorbente nuevo, además, de disponer del adsorbente agotado en un relleno sanitario.

Lista de referencias

ASTM (2013) Standard Test Method Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing. West Conshohocken, PA: ASTM [www.astm.org]

Hu S, Shi Q, Jing C. Groundwater Arsenic Adsorption on Granular TiO₂: Integrating Atomic Structure, Filtration, and Health Impact. Environ Sci Technol. 2015; 49:9707-9713. doi:10.1021/acs.est.5b01520.

Anexos

Anexo 1 Costos y hojas de seguridad de los productos químicos a utilizar en la regeneración





Señores: INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA

Atención: Luis Romero

Teléfono: 8867-2467

E-mail: lromero@itcr.ac.cr

Solicitud: 2702/2017

COTIZACION

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Sub Total
HIDROXIDO DE SODIO LIQUIDO AL 50%	87	LITROS (EN GALONES DE 3.785)	1,515.00	€131,805.00
ACIDO CLORHIDRICO AL 17%	236	LITROS (PICHINGA DE 20 LITROS)	400.00	€94,400.00
BICARBONATO DE SODIO	1	SACO DE 25 KILOS	9,530.00	€9,530.00
SUB-TOTAL				€235,735.00
I.V.				€30,645.55
TOTAL				€266,380.55

****FAVOR REALIZAR ORDEN DE COMPRA A NOMBRE DE QUIMICAS MUNDIALES****

INFORMACION BANCARIA

BANCO DE COSTA RICA Colones Cuenta Corriente 001-0055563-0

BANCO DE COSTA RICA Dólares Cuenta Corriente 001-0257933-2

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA Colones Cuenta Corriente 100-01-000-110439-7

BANCO NACIONAL DE COSTA RICA Dólares Cuenta Corriente 100-01-061-600357-5

CONDICIONES GENERALES

Vigencia de la oferta: 30 DIAS

Tiempo de entrega: 4 días hábiles después de recibida la orden de compra

Forma de pago: Contado

Fecha de emisión: 27-Feb-17

SERVICIO AL CLIENTE

Asesor (a): Paola González Gallego

E-Mail ventas@quimusa.com

Teléfono 2290-3434 ext 102

QUIMICAS MUNDIALES S.A.

Tel.: 2290-3434, Fax: 2520-0476, e-mail: ventas@quimusa.com

LA URUCA, SAN JOSÉ, COSTA RICA

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%

Versión: 001-2014

1. DESCRIPCION

Nombre comercial: Solución de NaOH al 50%
Dirección/ Teléfono de la empresa: Aris Industrial S.A.
Av. Industrial 491- Lima 1 – PERU
Teléfono: 336-5428 Anexo 5519
e-mail: vquimicos@aris.com.pe

2. COMPOSICION E INFORMACION SOBRE SUS INGREDIENTES

Nombre químico: Solución de soda cáustica al 50%
Fórmula química: NaOH
CAS N°: 1310-73-02

3. IDENTIFICACION DE RIESGOS.

El hidróxido de sodio es muy corrosivo por inhalación de nieblas, ingestión o contacto directo con ojos o piel. El daño es inmediato y sin atención médica rápida, puede ser permanente. Esta fuerte solución alcalina y corrosiva disuelve cualquier tejido viviente.

Clasificación de los riesgos de la sustancia química: 8

Grupo de embalaje o envasado ONU: II

a. Riesgos para la salud humana:

Ojos: La córnea sufre lesión de forma inmediata y puede provocar la adhesión del párpado al globo ocular.

Piel: Por contacto causa quemaduras en piel, destrucción de queratina de la piel y cabello. Puede producir quemaduras severas, corrosión de los tejidos y cicatrices de forma permanente si no se lava de forma inmediata.

Inhalación: La inhalación de nieblas puede causar quemaduras, pérdida de cabello debido a que la solución quema la queratina cuando pasa a través de la nariz.

Ingestión: La ingestión causa quemadura inmediata de boca, esófago y estómago, salivación excesiva, edema en labios, lengua, esófago que dificultan la deglución por horas.

c. Riesgos especiales de la sustancia: No disponible.

d. Carcinógeno: No disponible.

4. PRIMEROS AUXILIOS.

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:

Contacto con los Ojos: Lave los ojos inmediatamente con agua durante 30 minutos. Mantenga los párpados abiertos durante el enjuague. Si persiste la irritación, repita el lavado. Remita al médico inmediatamente, continúe el enjuague durante el transporte.

Contacto con la piel: Lave de inmediato con abundante agua, bajo la ducha remueva la ropa contaminada y zapatos, se debe continuar con el lavado durante 30 minutos. Consiga atención médica lo más pronto posible. Durante el transporte aplique compresas de agua helada o si es posible sumerja en agua helada la parte afectada.

Inhalación: Llevar a la persona afectada a una área ventilada y fresca. Si presenta dificultades respiratorias administrar oxígeno durante media hora. Si la víctima no respira de respiración artificial con la ayuda de algún instrumento médico, no utilice el método de boca a boca. Consultar al médico lo más pronto posible.

Ingestión: NO INDUZCA EL VÓMITO, Si la persona está consciente suminístrele tanta agua como se pueda para diluir el producto. Si hay vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia delante con la cabeza hacia abajo, enjuáguele la boca. Consiga atención médica lo más pronto posible.

En caso de EMERGENCIA:

CICOTOX 0800-1-30-40

Aló Essalud 0801-10-200 (Las 24 horas del día)

Aris Industrial S. A: 01-336-5428

Notas para el médico:

Producto corrosivo, puede causar constricción y destrucción de tejidos. Si se realiza lavado, se sugiere control endotraqueal y/o esofagoscopia. El material es un álcali fuerte.

5. EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Medios de extinción adecuados: Espuma, CO₂ o polvo químico seco.

Riesgos especiales: Aunque no es combustible, el contacto de la solución de hidróxido de sodio al 50% con humedad o agua, puede causar calor suficiente como para prender fuego a algún combustible cercano. Si es posible, retirar los contenedores fuera del área.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Debido a que el fuego puede generar productos de descomposición térmica tóxicos se recomienda usar máscara facial completa, con equipo de respiración autónomo.

Equipo de protección personal para el combate del fuego: El personal debe ingresar utilizando ropa adecuada para combatir incendios de productos químicos, equipo de respiración autónoma y botas de seguridad.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%

Versión: 001-2014

6. DERRAMES ACCIDENTALES

Usar equipo de protección personal adecuado. Cubra el derrame con material inerte (por ejemplo, arena seca o tierra) y recoger para su eliminación adecuada. No permita que el material derramado o el agua de lavado ingresen en el alcantarillado, aguas superficiales o sistemas de aguas subterráneas.

Descontaminante/Neutralizador: Solución diluida de ácido acético. Lave el área del derrame con agua. Recoja el agua utilizada para su eliminación.

7. MANIPULACION Y ALMACENAJE

Precauciones a Tomar: Mantener el equipo de emergencia siempre disponible. Asegúrese que todos los contenedores se encuentren bien cerrados y sin goteo. El personal debe estar bien entrenado en el manejo seguro del producto. Para diluirlo siempre agregue lentamente la soda al agua. Los recipientes deben estar debidamente etiquetados y alejados de fuentes de calor. Evitar el contacto con los ojos o la piel.

Recomendaciones específicas sobre manipulación segura: Durante la manipulación no beber, comer ni fumar. Evitar el contacto con los ojos. El personal involucrado con su manipulación debe tener todos los elementos de protección recomendados. El área de almacenamiento debe estar adecuadamente ventilada. Los recipientes deben permanecer bien cerrados cuando no estén en uso. En esta área se debe contar con ducha y lavajos.

Condiciones de Almacenamiento: Manténgalo alejado de líquidos inflamables, ácidos fuertes y halógenos orgánicos. El área de almacenamiento y el sistema de iluminación deben construirse de materiales resistentes a la corrosión.

8. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Medidas para reducir la posibilidad de exposición: De exposiciones prolongadas o en el caso de derrame utilice traje de cuerpo completo como un traje de PVC.

Parámetros de Control: No Aplicables.

Límites Permisibles ponderados (LPP) y Absoluto (LPA): No establecidos.

Protección respiratoria: Podrá utilizarse una máscara aprobada por el NIOSH con filtro N95 (humo o niebla) en circunstancias en las que se espere que las concentraciones en el aire superen los límites de exposición, o cuando se haya observado que los síntomas sean indicio de sobreexposición.

Para la protección del aparato respiratorio, un respirador para polvo y niebla para la mitad de la cara puede ser usado si la concentración es hasta 10 veces el límite de exposición. En casos en que la concentración sea más alta (hasta 50 veces el límite) se debe usar un respirador para polvo y niebla para toda la cara.

Guantes de protección: Use guantes de protección hechos de materiales como el neopreno o nitrilo.

Protección de la vista: Por salpicaduras, niebla o rocío de exposición se debe utilizar gafas de protección química o una careta.

Otros equipos de Protección: mascarilla para polvos, ropa antiestática de fibra natural o de fibra sintética resistente a alta temperatura.

Ventilación: Use sólo en áreas bien ventiladas.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico: Líquido

Color: Claro a opaco

Olor: No presenta

pH: 14

Punto de fusión: 12 °C (53.6 °F)

Punto de ebullición: 140 °C (284 °F)

Presión de vapor: 13 mmHg a 15.56 °C (60.01 °F)

Densidad: 1.54 g/cm³ a 15 °C (59 °F)

1.52 g/cm³ a 20 °C (68 °F)

1.505 g/cm³ a 50 °C (122 °F)

Gravedad específica, g/mL: 1.53 a 15.56 °C (60.01 °F)

Solubilidad en agua: Soluble

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD QUÍMICA

Estabilidad: Estable a temperatura y presión normal. Absorbe agua y dióxido de carbono del aire. Se deben mantener los recipientes cerrados y sellados.

Condiciones que deben evitarse: Evitar la exposición a la humedad. La descomposición térmica oxidativa del hidróxido de sodio puede generar óxido de sodio (Na₂O) tóxico y humos de peróxido de sodio (Na₂O₂).

Materiales incompatibles: Libera calor cuando se mezcla con agua. No agregue agua al producto. Se puede generar hidrógeno inflamable por el contacto con metales como: Aluminio, bronce, estaño y zinc. Evitar el contacto con ácidos, compuestos orgánicos halogenados o nitrados y glicoles. Reacciona rápidamente con azúcares reductores (fructosa, galactosa, maltosa) produciendo monóxido de carbono, se debe monitorear en los tanques el contenido de monóxido para cuidar la seguridad de las personas.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50%

Versión: 001-2014

11. INFORMACIÓN TOXICOLOGICA

Toxicidad oral Aguda: DL₅₀ (intraperitoneal, ratón): 40mg/Kg
DL₅₀ (oral, rata): 220mg/Kg
Toxicidad dermal: DL₅₀ (conejo): 1350mg/kg
Toxicidad para la reproducción: No presenta.
Efectos a corto plazo: No disponible.
Efectos mutagénicos: No disponible.
Efectos carcinogénicos: No disponible.

12. INFORMACION RELACIONADA AL MEDIO AMBIENTE

Toxicidad a los peces: LC50 (48 h) para el camarón: 33 – 100ppm, LC50 (Daphnia): 100ppm,
Efectos Ambientales: Toxicidad moderada.
Biodegradabilidad: No está sujeto a biodegradación.
Consideraciones generales: En exceso puede ser dañino para la vida acuática.

13. CONSIDERACIONES PARA SU DISPOSICION

Sus residuos son considerados como peligrosos, no lo maneje como un desecho normal. No lo disponga en los drenajes, la tierra o fuentes de agua. Neutralizar con ácido muy diluido, preferiblemente ácido acético. Siga las regulaciones locales para su disposición.

14. INFORMACIÓN PARA EL TRANSPORTE

Las informaciones relativas al transporte serán de acuerdo a la reglamentación nacional o internacional vigente.
Nombre para transporte: Solución de hidróxido de sodio (Soda cáustica líquida, 50%)
Clase: 8
Número de UN: 1824
Rótulo: Corrosivo
Grupo de envase: II
NFPA:
Salud: 3
Inflamabilidad: 0
Reactividad: 1

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

SARA 313

La Sección 313 del Título III de la Ley de Enmienda y Reautorización del Superfondo de 1986 (SARA, por sus siglas en inglés). Este producto no contiene ninguna sustancia química que esté sujeta a los requisitos de informes de la Ley y del Título 40n del Código de Reglamentos Federales, Parte 372.

- Categorización de peligros de la ley SARA 311/312:

Peligro crónico para la salud: No.
Peligro agudo para la salud: Si.
Peligro de incendio: No.
Peligro de liberación súbita de presión: No.
Peligro reactivo: No.

Marcas en etiquetas: Corrosivo

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Los datos consignados en esta hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo, se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.



Hoja de seguridad

Según Reglamento CE N° 1907/2006 (REACH)

1. Indicación de sustancia / preparado y empresa

ÁCIDO CLORHÍDRICO 17%

Identificación de la sustancia

Nombre de registro REACH: Ácido Clorhídrico (solución al 17%)

Sinónimos: Cloruro de Hidrógeno, Ácido muriático, sulfumán

Fórmula química: HCl

N° registro REACH: 01-2119484862-27-XXXX

N° CE: 231-595-7

N° CAS: 7647-01-0

Uso pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Industria química, electrónica, farmacéutica. Tratamiento de metales. Regulación de pH y neutralización de disoluciones básicas. Desincrustante. Generación de disoluciones acuosas de dióxido de cloro para tratamiento de aguas.

No se han detectado usos desaconsejados, siempre que se cumplan las indicaciones contempladas en esta Ficha de Datos de Seguridad.

Para información detallada, ver el Anexo de esta Ficha de Datos de Seguridad (escenarios de exposición).

Empresa:

Productos OPPAC, S.A

Tel 948.316313 - Fax 948.316643

E-mail: oppac@oppac.es

Polígono Industrial Mocholi c/ Noain nº 10

31110 Noain - Navarra (España)

Información en caso de urgencia:

Servicio de información de Toxicología: 91 562 04 20

Productos OPPAC, S.A: Tel 948.316313

2. Identificación de los peligros

Clasificación - Reglamento N° 1272/2008/EC:

Corrosión cutánea – Cat. 1B

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (STOT SE) – Cat. 3

Corrosivo para los metales – Cat. 1.

Clasificación - Directiva 67/548/EC

Corrosivo. Provoca quemaduras. Irrita las vías respiratorias. Puede ser peligroso para la fauna y flora acuáticas en función de la concentración y tiempo de exposición.

Elementos de la etiqueta según Reglamento CE N° 1272/2008

Pictogramas:

GHS05

GHS07



Palabra de advertencia: PELIGRO

Indicaciones de peligro: H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

H335 Puede irritar las vías respiratorias.

H290 Puede ser corrosivo para los metales.

Consejos de prudencia:

- Prevención: P260 No respirar el polvo / el humo / el gas / la niebla / los vapores / el aerosol.
P280 Llevar guantes / prendas / gafas / máscara de protección.
- Respuesta: P312 Llamar a un centro de información toxicológica o a un médico en caso de malestar.
P303+361+353 En caso de contacto con la piel (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.
P304+340 En caso de inhalación: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.
P305+351+338 En caso de contacto con los ojos: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Nota: La información correspondiente a los consejos de prudencia de etiquetado se basan en nuestro propio criterio siguiendo las instrucciones indicadas en el Reglamento 1272/2008 (CLP). En caso de reenvasado, consultar el Reglamento.

Otros peligros

Valoración PBT / mPmB:

Según el Anexo XIII del Reglamento (CE) N° 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH): No cumple con todos los criterios para ser clasificada como PBT (persistente / bioacumulativo / tóxico) ni como mPmB (muy persistente / muy bioacumulativo).

Peligros físico-químicos:

En contacto con metales, desprende hidrógeno (gas inflamable entre el 4 y el 75% en volumen en aire). Reacciona con álcalis, hipocloritos, cloritos, cloratos, cianuros o sulfuros, desprendiendo gases tóxicos. Sometido a alta temperatura, genera gases de cloruro de hidrógeno (corrosivo y tóxico). Mezclado con formaldehído, genera el bis clorometil éter, que es cancerígeno para los humanos.

3. Composición / Información sobre los componentes

Descripción química

Nombre químico	%	Nº CAS	Nº INDICE (Anexo I)	Nº CE
Ácido clorhídrico	17	7647-01-0	017-002-01-X	231-595-7

4. Primeros auxilios

Indicaciones generales: El personal de primeros auxilios debe usar equipo respiratorio autónomo, así como ropa, guantes y calzado adecuado. En caso de proyección en los ojos y la cara, tratar los ojos con prioridad. En cualquiera de los casos avisar al médico y trasladar urgentemente al afectado a un centro hospitalario, pues se pueden presentar graves complicaciones con efecto retardado.

Ingestión: No inducir al vómito. Si la persona está consciente y no tiene convulsiones, enjuagar la boca con agua y darle de beber manteniéndolo abrigado. Si está inconsciente o tiene convulsiones, recostarlo y mantenerlo en reposo y abrigado y no dar de beber ni comer. Acudir inmediatamente al médico.

Inhalación: Retirar al afectado de la zona contaminada llevándolo a un lugar ventilado, abrigado, tendido y en reposo. Si no respira, realizar la respiración artificial. Si respira con dificultad, aplicar oxígeno. Acudir al médico inmediatamente.

Contacto con los ojos: Lavado INMEDIATO y abundante con agua corriente (al menos durante 30 minutos). Use soluciones oftálmicas tópicas en caso de dificultad para abrir los párpados. Consultar con un oftalmólogo.

Contacto con la piel: Lavar inmediatamente la zona afectada con mucha agua durante 15 minutos como mínimo mientras se quita la ropa contaminada y el calzado. Acudir de inmediato al médico.

Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Ingestión: Irritación y quemaduras del tracto digestivo, hemorragias internas.

Inhalación: Irritación y quemaduras de vías respiratorias. Dolor de garganta, tos. Puede producir edema pulmonar.

Contacto con los ojos: Irritación y quemaduras de córnea. Sensibilización dolorosa a la luz.

Riesgo de lesiones permanentes.

Contacto con la piel: Irritación de piel. Puede provocar graves quemaduras y ulceraciones.

Riesgo de dermatitis en caso de contacto continuado.

Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Ingestión: Evitar el lavado gástrico (riesgo de perforación). Oxigenoterapia por intubación intratraqueal.

Inhalación: Reanimación respiratoria. Prevención o tratamiento del edema pulmonar. Reposo completo.

Contacto con la piel: Tratamiento clásico de las quemaduras.

5. Medidas de lucha contra incendios

Medios de extinción:

Medios de extinción apropiados: CO₂, Cortinas de agua para absorber gases y humos y para refrigerar equipos, espuma.

Medios de extinción no apropiados: El agua puede ser inapropiada. No aplicar el agua directamente o en el interior de los recipientes.

Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla:

El producto no es inflamable ni explosivo pero por su acción corrosiva reacciona con gran cantidad de metales generando hidrógeno gas, pudiendo éste formar mezclas inflamables y explosivas en el aire. Por efecto del calor, puede producirse cloruro de hidrógeno gas (corrosivo y tóxico). Los recipientes cerrados pueden reventar por la formación de gas. En contacto con el agua puede liberarse calor y presentar riesgo de salpicaduras. Es conveniente formar cortinas de agua para absorber gases y humos y para refrigerar los equipos, recipientes, contenedores, etc. sometidos al fuego e incluso transcurrido un tiempo después de apagar el fuego.

Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios:

Usar ropa adecuada (traje completo, guantes, botas), gafas herméticas, careta y casco de seguridad. Como protección de las vías respiratorias, utilizar una mascarilla con cartucho para vapores ácidos o equipo de respiración autónomo con aire a presión. Situar siempre de espaldas al viento.

6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental

Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia:

Restringir el acceso al área de peligro. Avisar a las personas posiblemente afectadas de los riesgos de quemaduras químicas. Utilizar ropa adecuada, protección ocular, guantes, botas y equipo de respiración autónomo. Evitar el contacto con los ojos, la piel y las vías respiratorias. Mantener al personal que no disponga de prendas de protección, en dirección contraria al viento. Dispersar los gases con agua pulverizada.

Precauciones relativas al medio ambiente:

Evitar que el producto llegue a las alcantarillas o aguas superficiales. Si es necesario, se pueden hacer diques de contención a base de material inerte y absorbente: tierra, arena, sepiolita. Si el producto llegase a un cauce natural de agua, avisar a las autoridades de Protección Civil.

Métodos y material de contención y limpieza:

Derrames pequeños: Diluir con agua. Puede neutralizarse con cal si la operación la realiza personal experto y con las prendas de protección adecuadas. Dispersar los gases con agua pulverizada. En cualquier caso avisar a personal especializado para su total eliminación.

Derrames grandes: Si es posible, contener los derrames con arena o sepiolita. Diluir con agua abundante. Trasladar los productos absorbentes a vertedero controlado o almacenamiento seguro, para que sean tratados por un gestor de residuos autorizado. Para su recogida no utilizar nunca recipientes metálicos.

Referencia a otras secciones:

Las informaciones referidas a controles de exposición / protección personal y consideraciones para la eliminación, se pueden encontrar en los apartados 8 y 13 respectivamente.

7. Manipulación y almacenamiento

Precauciones para una manipulación segura

No fumar, ni comer, ni beber cuando se maneje el producto. El personal que manipule el producto debe utilizar siempre las prendas de protección recomendadas. Evitar el contacto con los ojos y la piel, así como la inhalación de vapores. Los recipientes se mantendrán perfectamente etiquetados. Las muestras se manejarán en envases adecuados y etiquetados. No retornar producto al tanque de almacenamiento u otros envases. Tener precaución por si hubiese restos de productos incompatibles como cloritos, cloratos, hipoclorito, álcalis o sulfuros. Manipular a temperatura ambiente.

Condiciones de almacenamiento seguro

Conservar en lugar fresco y ventilado, protegido de la luz solar y de fuentes de calor. Colocar la señalización de riesgo de acuerdo con la normativa aplicable a tal caso: etiquetas, rombos, señales de advertencia. Evitar el almacenamiento de otros productos químicos incompatibles junto al ácido con el fin de evitar que puedan reaccionar violentamente: inflamables, oxidantes orgánicos, bases, etc...

Material recomendado para depósitos y envases: Fibra de vidrio reforzado con poliéster, acero ebonitado o revestido de plástico, PVC, polietileno, polipropileno, PVDF. Dotar a los depósitos de

almacenamiento de cubetos de recogida con recubrimiento antiácido y canalizaciones antiderrames.

Material incompatible para depósitos de almacén: Metales, excepto tántalo y titanio.

Las tuberías y equipos de las instalaciones de cloro seco deben estar secas, evitando incluso el contacto con el aire de la atmósfera. El exterior del depósito, si es de acero ebonitado, se pintará con pintura resistente (tipo epoxi), para evitar corrosión por desprendimiento de vapores. Los equipos eléctricos deben ser estancos.

Usos específicos finales

En las diferentes aplicaciones del producto, deberán evitarse el contacto directo e incontrolado con productos incompatibles como hipoclorito, clorito, álcalis, etc. Para cualquier uso particular póngase en contacto con el suministrador.

8. Límites de exposición y equipamiento de protección personal

Parámetros de control

Valores límite de la exposición

Nombre	VLA.ED		VLA.EC		VLB
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Cloruro de Hidrógeno	5	7,6	10	15	

DNEL / PNEC

DNEL

Trabajadores		
Efectos locales agudos	inhalación	15 mg/m ³ (15 min)
Efectos locales crónicos	inhalación	8 mg/m ³ (8 h)

PNEC

PNEC (agua dulce): 36 µg/L (basado en el valor más bajo de toxicidad crónica y factor de seguridad 10).

PNEC (agua marina): 36 µg/L (basado en el valor más bajo de toxicidad crónica y factor de seguridad 10).

PNEC (emisiones intermitentes): 45 µg/L (basado en el valor más bajo de toxicidad crónica y factor de seguridad 10).

PNEC (planta de tratamiento de aguas residuales): 36 µg/L

Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Mantener una ventilación adecuada. Disponer de lavajos y duchas de seguridad.

Medidas de protección individual, tales como equipos de protección personal

Protección de los ojos / la cara: Gafas de montura integral o pantalla facial de protección (EN 166).

La máscara completa de protección respiratoria (EN 136) ofrece igualmente protección total para los ojos. Se aconseja no utilizar micro lentillas.

Protección de la piel: Manos: Guantes para riesgos químicos (látex natural, policloropreno, acrilonitrilo,...) (EN 374).

Otros: Traje tipo antiácido o mandil de plástico y botas de PVC, neopreno o caucho.

Protección respiratoria: En caso de emisión de gas, utilizar máscara con filtro para vapores inorgánicos (EN 136) (EN 141).

Controles de exposición medioambiental:

Evitar que penetre en el alcantarillado y/o aguas superficiales. Respetar la regulación local, autonómica y nacional para emisiones acuosas.

Sistema de medida: Análisis de cloruro de hidrógeno en ambiente, control de acidez en efluentes.

9. Propiedades físico-químicas

Aspecto:	Líquido incoloro o ligeramente amarillento humeante al aire
Olor:	Irritante, agudo, sofocante
Umbral olfativo:	Sin datos disponibles
pH:	Fuertemente ácido < 1 (disolución al 5%)
Temperatura de cristalización:	- 41 °C
Punto de ebullición:	80 °C
Punto de inflamación:	No aplicable (la sustancia es inorgánica)
Tasa de evaporación:	2,0
Inflamabilidad (sólido / gas):	No aplicable
Límites de explosividad:	Sin datos disponibles
Presión de vapor (20 °C):	40 hPa
Densidad de vapor (aire=1):	1,27
Densidad relativa (25 °C):	1,165 g/cm ³
Solubilidad en agua (20 °C):	Muy soluble
Solubilidad en disolventes:	Soluble en alcohol, éter, acetona, ácido acético y cloroformo.
Coeficiente de reparto n-octanol/agua (log Pow) (20 °C):	No aplicable (la sustancia es inorgánica)
Temperatura de autoinflamación:	No aplicable (producto no inflamable)
Temperatura de descomposición:	Sin datos disponibles
Viscosidad:	1,79 cPs
Propiedades explosivas:	En la molécula no hay grupos químicos que indiquen propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	En la molécula no hay grupos químicos que indiquen propiedades comburentes.

Información adicional

Peróxido orgánico: No clasificado (basado en la estructura).

Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo: No hay datos disponibles.

En la molécula no hay grupos químicos que indiquen propiedades explosivas o autorreactivas.

Líquido pirofórico: No clasificado. La sustancia es estable a temperatura ambiente por períodos prolongados de tiempo.

Corrosivo para los metales: Categoría 1 - Puede ser corrosivo para los metales.

Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables: No clasificado (basado en la estructura).

10. Estabilidad y reactividad

Reactividad

Reacciona con bases fuertes, aluminio, amoníaco e hidróxido sódico.

Estabilidad química

La sustancia es estable en condiciones ambientales normales y en condiciones previsibles de temperatura y presión durante su almacenamiento y manipulación.

Posibilidad de reacciones peligrosas

Puede reaccionar violentamente con amoníaco (NH₄OH), hidróxido sódico (Na OH), aluminio. Con bases fuertes puede provocar reacciones violentas.

Condiciones que deben evitarse

Temperaturas superiores a 40 °C y luz solar directa.

Materiales incompatibles

Cianuros, metales, álcalis, aminas, agentes oxidantes, flúor, bases fuertes, sulfuros, carbones, vinilacetato, hipocloritos, cloritos, cloratos y ácido fórmico.

Productos de descomposición peligrosos

En presencia de humedad, en contacto con metales desprende hidrógeno (gas inflamable entre el 4 y el 75% en volumen en aire). Cuando se calienta, emite gases tóxicos de cloruro de hidrógeno. En contacto con hipoclorito sódico desprende cloro.

11. Indicaciones toxicológicas

Toxicidad aguda

Oral: DL50 / rata: 700 mg/kg.

Inhalación: CL50 / rata (5 min): 45,6 mg/L (aerosol). CL50 / rata (30 min): 8,3 mg/L (aerosol).

Contacto con la piel: DL50 / conejo: > 5.010 mg/kg.

Corrosión o irritación cutáneas

Corrosivo para la piel: Categoría 1B - Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Corrosión / irritación cutánea (conejo): Corrosivo. (OECD 404).

Lesiones o irritación ocular graves

Daños oculares: Categoría 1 - Provoca lesiones oculares graves.

Lesión grave / irritación ocular (conejo): Efectos oculares irreversibles. (OECD 405).

Sensibilización cutánea

No sensibilizante (ratones y cobayas hembra). (OECD 406).

Mutagenicidad en células germinales:

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. Resultados positivos en estudios *in vitro* de mutaciones génicas en células de mamíferos (método similar a OECD 476; Cifone et al., 1987) y resultados ambiguos en estudios *in vitro* de aberraciones cromosómicas en células de mamíferos (método similar a OECD 473; Morita et al., 1989). El ácido clorhídrico se disocia en contacto con agua liberando los iones cloro e hidrógeno. Ambos iones están de forma normal presentes en el cuerpo.

Carcinogenicidad

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. Exposición por inhalación: NOAEL: < 10 ppm (rata macho; exposición 128 semanas). No se observan efectos carcinogénicos. (Método similar a OECD 451) (Sellakumar et al., 1985).

Toxicidad para la reproducción:

No hay datos disponibles.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición única:

Categoría 3: Puede irritar las vías respiratorias.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición repetida:

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Exposición por inhalación: NOAEL: 10 ppm (rata; 4 días o 13 semanas durante 6 horas al día) (Método equivalente a OECD 413). NOAEL: 10 ppm (ratón; 4 días o 13 semanas durante 6 horas al día) (Método equivalente a OECD 413).

Peligro de aspiración

No hay evidencia de peligro por aspiración.

12. Indicaciones ecológicas

Toxicidad

Toxicidad aguda en peces: Lepomis Macrochirus - CL50 (96 h): 20,5 mg/l. (pH: 3,25 – 3,5). (agua dulce; sistema semiestático).

Toxicidad crónica en peces: NOEC: No se considera necesario realizar el estudio debido a las propiedades tampón de los medios acuáticos.

Toxicidad aguda en crustáceos: Daphnia Magna – CE50 (48 h): 0,45 mg/l (pH: 4,92) (agua dulce; sistema estático, basado en la movilidad) (OECD 202).

Toxicidad crónica en crustáceos: NOEC: No se considera necesario realizar el estudio debido a las propiedades tampón de los medios acuáticos.

Toxicidad aguda en plantas acuáticas: Chlorella Vulgaris – CE50 (72 h): 0,73 mg/L. (agua dulce; sistema estático; pH 4,7; basado en la tasa de crecimiento) (OECD 201). NOEC: 0,364 mg/L.

Datos de toxicidad micro y macro-organismos del suelo y otros organismos de relevancia ambiental, como las abejas, las aves, las plantas: No se contemplan efectos sobre el medio terrestre ni los sedimentos.

Factor M: 10.

Persistencia y degradabilidad

Al tratarse de una sustancia inorgánica no aplica el concepto de biodegradabilidad. No es persistente. Se neutraliza con la alcalinidad natural.

Degradación abiótica: Aire, foto oxidación indirecta. Pasa a cloro por reacción con radicales hidróxilo. Aire / agua / suelo: Ionización instantánea. Aire / agua / suelo: Neutralización por la alcalinidad natural.

Degradación biótica: No aplicable (compuesto inorgánico).

Potencial de bioacumulación

FBC: No aplicable (sustancia inorgánica). Coeficiente de reparto n-octanol/agua (log Pow): No aplicable (sustancia inorgánica).

Movilidad en el suelo

Aire: Considerablemente volátil, como cloruro de hidrógeno.

Agua: Gran solubilidad y movilidad. El ácido clorhídrico se disocia casi completamente y reacciona rápidamente con sales presentes, sobre todo en aguas residuales.

Suelo: El ácido clorhídrico reacciona con los componentes químicos de los suelos formando cloruros que dependiendo de la solubilidad, son fácilmente lixiviados por el agua.

Resultados de la valoración PBT y mPmB

Según el Anexo XIII del Reglamento (CE) N° 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH): No cumple con todos los criterios para ser clasificada como PBT (persistente / bioacumulativo / tóxico) ni como mPmB (muy persistente / muy bioacumulativo).

Otros efectos adversos

Acidificación de tierras y efluentes, los vapores generados son muy ácidos y corrosivos, más pesados que el aire y se extienden a lo largo del suelo.

13. Indicaciones para su eliminación

Producto:

Diluir con agua y neutralizar con: carbonato de sodio, óxido de calcio, carbonato de calcio, bicarbonato de sodio, hidróxido de sodio diluido o hidróxido de calcio. Respetar las regulaciones vigentes de la Comunidad Europea, estatales y locales, relativas a la eliminación de este material y los recipientes vacíos del mismo.

Envases contaminados

Lavar los envases vacíos con abundante agua y tratar el efluente de la misma forma señalada anteriormente. Los envases vacíos y limpios pueden ser reutilizados en conformidad con las reglamentaciones existentes.

14. Indicaciones para el transporte

-Transporte por tierra
(ADR / RID)

Clase: 8
Grupo de embalaje: II
Etiqueta: 8
Nº ONU: 1789
Código de restricción de túneles: E
Denominación: ACIDO CLORHIDRICO
Peligros para el medio ambiente: No

-Transporte marítimo por barco
(IMDG / IMO)

Clase: 8
Grupo de embalaje: II
Etiqueta: 8
Nº ONU: 1789
Denominación: ACIDO CLORHIDRICO
Peligros para el medio ambiente: No

-Transporte aéreo
(IATA / ICAO)

Clase: 8
Grupo de embalaje: II
Etiqueta: 8
Nº ONU: 1789
Denominación: ÁCIDO CLORHÍDRICO
Peligros para el medio ambiente: No

-Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC
No aplicable.

15. Reglamentaciones

Señalización según Directiva 67/548/EC

Pictograma: C Corrosivo

Frases R: R34 Provoca quemaduras.
R37 Irrita las vías respiratorias.

Frases S: S1/2 Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños.

S26 En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S45 En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrela la etiqueta).

Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

- Directiva 98/24/CE del Consejo, de 7 de abril de 1998, relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379 / 2001, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias. ITC. MIE APQ-6 "Almacenamiento de líquidos corrosivos".

Evaluación de la seguridad química

Se ha realizado una evaluación de la seguridad química para esta sustancia.

16. Indicaciones adicionales

Los datos indicados corresponden a nuestros conocimientos actuales y no representan una garantía de las propiedades. El receptor de nuestro producto deberá observar, bajo su responsabilidad, las reglamentaciones y normativas correspondientes.

Modificaciones respecto a la revisión anterior:

Se han introducido cambios en todos los apartados para adaptar la FDS a los Reglamentos REACH (1907/2006) y CLP (1272/2008) conforme a las instrucciones del Anexo II del Reglamento UE N° 453/2010.

Abreviaturas y siglas:

VLA.ED: Valor límite ambiental – exposición diaria.
VLA.EC: Valor límite ambiental – exposición de corta duración.
VLB: Valor límite biológico.
DNEL: Nivel sin efecto obtenido.
PNEC: Concentración prevista sin efecto.
DL50: Dosis letal al 50%.
CL50: Concentración letal al 50%.
NOAEL: Non Observed Adverse Effects Level (Nivel sin efecto adverso observable).
NOEC: No observed effect concentration (Concentración de efectos no observables).
CE50: Concentración de efectos al 50%.
FBC: Factor de bioconcentración
ADR: Acuerdo Europeo sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera.
RID: Reglamento internacional de transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.
IMDG: International Maritime Code for Dangerous Goods.
IMO: International Maritime Organization.
IATA: International Air Transport Association.
ICAO: International Civil Aviation Organization.

ANEXO: Escenarios de exposición

ACIDO CLORHÍDRICO

Escenario de exposición 1

FABRICACIÓN DE ACIDO CLORHÍDRICO

1. Título de escenario de exposición	
Fabricación de ácido clorhídrico	
Sector de uso (SU)	Industrial. SU8 (Fabricación de granel, productos químicos a gran escala (incluyendo productos derivados del petróleo)) SU9 (Fabricación de productos de química fina)
Categoría de proceso (PROC)	PROC1 (Uso en procesos cerrados, sin probabilidad de exposición) <i>(PROC1 también es aplicable a la fabricación de gas de HCl para la producción de ácido clorhídrico por absorción en el agua bajo SCC).</i> PROC2 (Uso en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada, p.e. toma de muestras) PROC3 (Fabricación por lotes de una sustancia o formulación químicas cuya manipulación predominante se realiza de manera contenida) PROC4 (Uso en la fabricación por lotes de una sustancia química con probabilidad de exposición significativa, por ejemplo, durante la carga, muestreo o descarga del material, y cuando por la naturaleza del diseño del proceso sea probable que resulte en exposición. PROC8a (Muestreo, carga, llenado, transferencia, vertido, embolsado en instalaciones no especializadas para ello. Probabilidad de exposición al polvo, vapor, aerosol o vertido y limpieza del equipo). PROC8b (Muestreo, carga, llenado, transferencia, vertido, embolsado en instalaciones especializadas para ello. Probabilidad de exposición al polvo, vapor, aerosol o vertido y limpieza del equipo). PROC9 (Transferencia de la sustancia o preparación a pequeños envases (línea de llenado especializada, incluyendo la pesada). Líneas de llenado especialmente diseñadas para capturar tanto el vapor como las emisiones de aerosoles y minimizar el derrame). PROC15 (Uso de las sustancias a pequeña escala de laboratorio) (< 1 l. o 1 Kg. presentes en el lugar de trabajo).
Categoría de emisión ambiental (ERC)	ERC 1 (Fabricación de sustancias químicas) ERC 2 (Formulación de preparados)
Procesos, tareas, actividades contempladas	Fabricación de sustancia. Incluye reciclaje / recuperación, transferencia de materiales, almacenamiento, toma de muestras, actividades de laboratorio asociadas, carga y mantenimiento (incluidos los buques marinos y barcos, vehículos de carretera y ferrocarriles y contenedores a granel).
ES Criterios de exposición	SCOEL: - 8 mg/m ³ - 8 hr. TWA - 15 mg/m ³ - 15 min. TWA
2. Condiciones operacionales y medidas de prevención de riesgos	
2.1. Control de exposición de los trabajadores	
Características de producto	
Forma física del producto	Líquido, presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4].
Concentración de la sustancia en el producto	Cubre el porcentaje del producto hasta un 40% (a menos que se declare lo contrario) [G13].
Cantidades utilizadas	Varía entre mililitros (muestreo) y metros cúbicos (transferencias de materiales) [OC13]
Frecuencia y la duración de utilización	Cubre las exposiciones diarias hasta 8 horas (a menos que se declare lo contrario) [G2].

Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores	Se supone un uso no superior a 20 °C por encima de la temperatura ambiental [G15] Cabe señalar que la temperatura del proceso puede ser mayor, pero la temperatura de la sustancia baja a la temperatura ambiente en los puntos de contacto de trabajador. Se supone que se implementa una buena norma básica de higiene en el trabajo [G1]. Asegúrese de que los operarios están capacitados para minimizar las exposiciones [E119]
Escenarios contributivos	Medidas de gestión de riesgo
Debido a las propiedades corrosivas de la sustancia, siempre se llevará ropa adecuada, protección para los ojos y la piel.	
PROC1: Exposiciones generales (sistemas cerrados) [CS15]. Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E-47]. Vaciar las líneas de transferencia antes de la disociación [E39]
PROC2: Exposiciones generales [CS1]. Proceso de muestreo [CS2] Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39]
PROC3: Exposiciones generales [CS1]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Limpieza [CS47]. Uso en procesos contenidos por lotes [CS37]. Con la toma de muestra [CS56].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las líneas de transferencia antes del desacoplamiento [E39] Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
PROC4: Transferencias en bloque o por lote [CS8] Transferencias a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza [CS47]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Con la toma de muestra [CS56].	Usar sistemas de manipulación a granel o semi-granel [E43]. O: Uso de bombas para el trasvase [E53]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Proporcionar extracción por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC8a: Transferencias a granel [CS14]. Proceso de muestreo [CS2]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39] Transporte [CS58]. Interno [CS59].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. O: Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC8b: Transferencias a granel [CS14]. Proceso de muestreo [CS2]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]. Transporte [CS58]. Interno [CS59]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. O: Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC9: Llenado de tambores y pequeños paquetes [CS6]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. Llenar los recipientes en los puntos habilitados para su relleno provistos de ventiladores por extracción locales (90% de eficiencia). [E51].

PROC15: Actividades de laboratorio [CS36].	Manejo dentro de campanas de extracción de humos o con ventilación por extracción (80% de eficiencia) [E83].					
O:	O: Llevarlo a cabo en cabinas de ventilación o recintos con extracción (80% de eficiencia) [E57]					
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]	Evitar realizar la operación durante más de 4 horas [OC12].					
	Evitar realizar la operación durante más de 1 hora [OC11].					
2.2. Control de exposición ambiental						
Características del producto	Presión de vapor del líquido 0.5 – 10 kPa [OC4].					
Cantidades utilizadas	NR					
Frecuencia y duración del uso	360 días al año					
Otras condiciones operacionales de uso que afectan a la exposición a riesgos ambientales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].					
Condiciones técnicas in-situ y medidas para reducir o limitar los vertidos, emisiones de aire y emisiones al suelo	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones [W2]. Evitar fugas y la contaminación de suelos / agua producida por fugas. [S4]					
Medidas de organización para evitar / limitar las emisiones	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones. [W2]					
Condiciones y medidas relacionadas con la planta de tratamiento de aguas residuales municipales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].					
Condiciones y medidas relacionadas con el tratamiento externo de residuos para su eliminación	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].					
Condiciones y medidas relacionados con la recuperación externa de residuos	NR					
Otras medidas de control ambiental	NR					
3. Estimación de la exposición						
3.1 Salud						
PROC1: Una exposiciones de > 4 horas es seguro, incluso sin el uso de LEV o protección respiratoria personal.						
PROC2, PROC3, PROC4, PROC8a, PROC8b, PROC9: Exposición segura para > 4 horas, siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%).						
PROC15: exposición durante 15 min. - 1 hora es seguro, incluso sin el uso de LEV; para exposición > 1 hora, se debe utilizar un LEV (con una eficiencia del 80%).						
Escenarios contributivos	Exposición prevista TRA (mg/m ³) Sin modificadores	TRA LEV: eficiencia (%)	TRA factor de duración	Exposición prevista (mg/m ³) Modificado	RCR (inhalación)	Medidas de gestión de riesgos (RMMs) RMMs para comunicación – Consolidado en GES o e-SDS Advertencias en REACH frase [RMM código] Recomendado: {frase [RMM código]}
PROC1: Exposición generales (sistemas cerrados) [CS15] Proceso continuo [CS54]	0.015		> 4 horas	0.02	0.0	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. {Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].

PROC2: Exposiciones generales [CS1] Muestreo del proceso [CS2] Proceso continuo [CS54]	15	90	> 4 horas	1.50	0.2	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47] Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1] Refabricación de artículos rechazados [CS19] Limpieza [CS47] Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	37.5	90	> 4 horas	3.75	0.5	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47] Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC4: Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Transferencia a granel [CS14] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza [CS47]. Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	30	90	> 4 horas	3.00	0.4	Usar sistemas de manejo a granel o semi-granel [E43]. Usar bombas de tambor [E53] Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]
PROC8a: Transferencia a granel [CS14] Muestreo del proceso [CS2] Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39] Transporte [CS58] Interno [CS59]	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]}
PROC8b: Transferencia a granel [CS14]. Muestreo del proceso [CS2] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39] Transporte [CS58]. Interno [CS59]. Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16].	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]}
PROC9: Llenado de bidones y pequeños paquetes [CS6]. Transferencia en tambor / por lotes [CS8]. Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39]	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Llenar los contenedores / botes en puntos de llenado especializados con ventilación extractiva localizada [E51]}.

PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]. o:	15	80	1 - 4 horas	1.80	0.2	Manipular en campanas con extracción de humos o bajo ventilación extractiva [E83]. {Llevar a cabo en una cabina de ventilación o recinto con extracción [E57]}. Evitar realizar operaciones de mas de 4 horas [OC12].
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36].	15		15 min. – 1 hora	3.0	0.4	Evitar realizar operaciones de más de 1 horas [OC11].

3.2. Medio ambiente

La sustancia se disocia en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después del tratamiento en la planta de aguas residuales (STP) se considera que la exposición es insignificante y sin riesgos.

4. Guía para el UI para evaluar si trabaja dentro del límite fijado por el ES (Escenario de Exposición)

4.1. Salud

El UI trabaja dentro de los límites establecidos por el ES, si bien las medidas de gestión de riesgos propuestas, descritas anteriormente, se cumplen o el usuario intermedio puede demostrar por sí mismo que sus condiciones operativas y sus medidas de gestión de riesgos establecidas son adecuadas. Esto se tiene que hacer mostrando que la exposición cutánea y la inhalación están limitadas a un nivel por debajo del respectivo DNEL (dado que los procesos y actividades están cubiertos por los PROC enumerados anteriormente) como se indica a continuación. Si no hay datos de medición disponibles el UI puede hacer uso de una herramienta de escala adecuada, como el modelo ECETOC TRA V2.0
La exposición de trabajadores se ha evaluado con ECETOC TRA V2.0

Nota importante: Al demostrar un uso seguro cuando se comparan las estimaciones de exposición con el DNEL a largo plazo, el DNEL agudo queda también cubierto (según la guía R.14, los niveles de exposición aguda pueden obtenerse multiplicando las estimaciones de exposición a largo plazo por un factor de 2).

4.1.1. Salud – Usos desaconsejados

- Cualquier uso que afecte a la formación de aerosoles o liberación de vapor de más de 10 ppm, donde estén expuestos los trabajadores sin protección respiratoria.
- Cualquier uso que lleve un riesgo de salpicadura para los ojos o la piel donde los trabajadores están expuestos sin protección de los ojos o la piel.

4.2. Medio Ambiente

4.2.1. Medio Ambiente – Usos desaconsejados

Cualquier uso que genere emisiones al aire y a aguas superficiales que no pueda regularse por medios naturales para mantener el pH a niveles normales.

5. Consejos de buenas prácticas adicionales al REACH

Nota: Las medidas incluidas en este apartado no se han tenido en cuenta en la exposición de las estimaciones relacionadas con el escenario de exposición. No están sujetos a la obligación establecida en el artículo 37 (4) del Reglamento REACH

Control de exposición de los trabajadores

Proceso de muestreo [CS2]	Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15]
Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]	Drenar y vaciar el sistema antes e la par de equipos o su mantenimiento [E55]. Limpiar los derrames inmediatamente [C&H13].

Control de exposición ambiental

Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]	Almacenar los drenajes correctamente cerrados hasta su eliminación o posterior reciclaje [ENV4]
--	---

Escenario de exposición 2

USO INDUSTRIAL DE ÁCIDO CLORHÍDRICO COMO INTERMEDIARIO

1. Título de escenario de exposición	
Uso industrial de ácido clorhídrico como intermediario	
Sector de uso (SU)	Industrial. SU3 (Fabricación industrial (todos)) SU4 (Fabricación de productos alimenticios) SU8 (Fabricación de granel, productos químicos a gran escala (incluyendo productos derivados del petróleo)) SU9 (Fabricación de productos de química fina) SU11 (Fabricación de productos de caucho) SU12 (Fabricación de productos plásticos, incluida la adición de aditivos y la transformación) SU13 (Fabricación de otros productos minerales no metálicos, por ejemplo, yeso, cemento) SU19 (Edificación y obras de construcción)
Categoría de proceso (PROC)	PROC1 (Uso en procesos cerrados, sin probabilidad de exposición) <i>(PROC1 también es aplicable a la fabricación de gas de HCl para la producción de ácido clorhídrico por absorción en el agua bajo SCC).</i> PROC2 (Uso en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada, p.e. toma de muestras) PROC3 (Fabricación por lotes de una sustancia o formulación químicas cuya manipulación predominante se realiza de manera contenida) PROC4 (Uso en la fabricación por lotes de una sustancia química con probabilidad de exposición significativa, por ejemplo, durante la carga, muestreo o descarga del material, y cuando por la naturaleza del diseño del proceso sea probable que resulte en exposición. PROC9 (Transferencia de la sustancia o preparación a pequeños envases (línea de llenado especializada, incluyendo la pesada). Líneas de llenado especialmente diseñadas para capturar tanto el vapor como las emisiones de aerosoles y minimizar el derrame). PROC15 (Uso de las sustancias a pequeña escala de laboratorio) (< 1 l. o 1 Kg. presentes en el lugar de trabajo).
Categoría de emisión ambiental (ERC)	ERC6a (Uso industrial de intermediarios)
Procesos, tareas, actividades contempladas	Uso como intermediario por la industria; - Muestreo - Transferencia de materiales
ES Criterios de exposición	SCOEL: - 8 mg/m ³ - 8 hr. TWA - 15 mg/m ³ - 15 min. TWA
2. Condiciones operacionales y medidas de prevención de riesgos	
2.1. Control de exposición de los trabajadores	
Características de producto	
Forma física del producto	Líquido, presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4].
Concentración de la sustancia en el producto	Cubre el porcentaje del producto hasta un 40% (a menos que se declare lo contrario) [G13].
Cantidades utilizadas	Varía entre mililitros (muestreo) y metros cúbicos (transferencias de materiales) [OC13]
Frecuencia y la duración de utilización	Cubre las exposiciones diarias hasta 8 horas (a menos que se declare lo contrario) [G2].

Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores	Se supone un uso no superior a 20 °C por encima de la temperatura ambiental [G15]. Cabe señalar que la temperatura del proceso puede ser mayor, pero la temperatura de la sustancia baja a la temperatura ambiente en los puntos de contacto de trabajador. Se supone que se implementa una buena norma básica de higiene en el trabajo [G1]. Asegúrese de que los operarios están capacitados para minimizar las exposiciones [E119].
Escenarios contributivos	Medidas de gestión de riesgo
Debido a las propiedades corrosivas de la sustancia, siempre se llevará ropa adecuada, protección para los ojos y la piel.	
PROC1: Exposiciones generales (sistemas cerrados) [CS15]. Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E-47]. Vaciar las líneas de transferencia antes de la disociación [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1]. Proceso de muestreo [CS2]. Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Limpieza [CS47]. Uso en procesos contenidos por lotes [CS37]. Con la toma de muestra [CS56].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las líneas de transferencia antes del desacoplamiento [E39]. Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
PROC4: Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Transferencias a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza [CS47]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Con la toma de muestra [CS56].	Usar sistemas de manipulación a granel o semi-granel [E43]. O: Uso de bombas para el trasvase [E53]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Proporcionar extracción por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC9: Llenado de tambores y pequeños paquetes [CS6]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. Llenar los recipientes en los puntos habilitados para su relleno provistos de ventiladores por extracción locales (90% de eficiencia) [E51].
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]. O: PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]	Manejo dentro de campanas de extracción de humos o con ventilación por extracción (80% de eficiencia) [E83]. O: Llevarlo a cabo en cabinas de ventilación o recintos con extracción (80% de eficiencia) [E57]. Evitar realizar la operación durante más de 4 horas [OC12]. Evitar realizar la operación durante más de 1 hora [OC11].
2.2. Control de exposición ambiental	
Características del producto	Presión de vapor del líquido 0.5 – 10 kPa [OC4].
Cantidades utilizadas	NR
Frecuencia y duración del uso	360 días al año
Otras condiciones operacionales de uso que afectan a la exposición a riesgos ambientales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].

Condiciones técnicas in-situ y medidas para reducir o limitar los vertidos, emisiones de aire y emisiones al suelo	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones [W2]. Evitar fugas y la contaminación de suelos / agua producida por fugas. [S4]
Medidas de organización para evitar / limitar las emisiones	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones. [W2]
Condiciones y medidas relacionadas con la planta de tratamiento de aguas residuales municipales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].
Condiciones y medidas relacionadas con el tratamiento externo de residuos para su eliminación	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].
Condiciones y medidas relacionados con la recuperación externa de residuos	NR
Otras medidas de control ambiental	NR

3. Estimación de la exposición

3.1 Salud

PROC1: Una exposiciones de > 4 horas es seguro, incluso sin el uso de LEV o protección respiratoria personal.
PROC2, PROC3, PROC4, PROC9: Exposición segura para > 4 horas, siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%).
PROC15: exposición durante 15 min. - 1 hora es seguro, incluso sin el uso de LEV; para exposición > 1 hora, se debe utilizar un LEV (con una eficiencia del 80%).

Escenarios contributivos	Exposición prevista TRA (mg/m ³) Sin modificadores	TRA LEV: eficiencia (%)	TRA factor de duración	Exposición prevista (mg/m ³) Modificado	RCR (inhalación)	Medidas de gestión de riesgos (RMMs) RMMs para comunicación – Consolidado en GES o e-SDS Advertencias en REACH frase [RMM código] Recomendado: {frase [RMM código]}
PROC1: Exposición generales (sistemas cerrados) [CS15] Proceso continuo [CS54]	0.015		> 4 horas	0.02	0.0	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. {Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1] Muestreo del proceso [CS2] Proceso continuo [CS54]	15	90	> 4 horas	1.50	0.2	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1] Refabricación de artículos rechazados [CS19] Limpieza [CS47] Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	37.5	90	> 4 horas	3.75	0.5	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.

PROC4: Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Transferencia a granel [CS14] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza [CS47] Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	30	90	> 4 horas	3.00	0.4	Usar sistemas de manejo a granel o semi-granel [E43]. Usar bombas de tambor [E53]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54].
PROC9: Llenado de bidones y pequeños paquetes [CS6]. Transferencia en tambor / por lotes [CS8]. Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39]	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Llenar los contenedores / botes en puntos de llenado especializados con ventilación extractiva localizada [E51]}.
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]. o:	15	80	1 - 4 horas	1.80	0.2	Manipular en campanas con extracción de humos o bajo ventilación extractiva [E83]. {Llevar a cabo en una cabina de ventilación o recinto con extracción [E57]}. Evitar realizar operaciones de mas de 4 horas [OC12].
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36].	15		15 min. – 1 hora	3.0	0.4	Evitar realizar operaciones de más de 1 horas [OC11].

3.2. Medio ambiente

La sustancia se disocia en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después del tratamiento en la planta de aguas residuales (STP) se considera que la exposición es insignificante y sin riesgos.

4. Guía para el UI para evaluar si trabaja dentro del límite fijado por el ES (Escenario de Exposición)

4.1. Salud

El UI trabaja dentro de los límites establecidos por el ES, si bien las medidas de gestión de riesgos propuestas, descritas anteriormente, se cumplen o el usuario intermedio puede demostrar por si mismo que sus condiciones operativas y sus medidas de gestión de riesgos establecidas son adecuadas. Esto se tiene que hacer mostrando que la exposición cutánea y la inhalación están limitadas a un nivel por debajo del respectivo DNEL (dado que los procesos y actividades están cubiertos por los PROC enumerados anteriormente) como se indica a continuación. Si no hay datos de medición disponibles el UI puede hacer uso de una herramienta de escala adecuada, como el modelo ECETOC TRA V2.0

La exposición de trabajadores se ha evaluado con ECETOC TRA V2.0

Nota importante: Al demostrar un uso seguro cuando se comparan las estimaciones de exposición con el DNEL a largo plazo, el DNEL agudo queda también cubierto (según la guía R.14, los niveles de exposición aguda pueden obtenerse multiplicando las estimaciones de exposición a largo plazo por un factor de 2).

4.1.1. Salud – Usos desaconsejados

- Cualquier uso que afecte a la formación de aerosoles o liberación de vapor de más de 10 ppm, donde estén expuestos los trabajadores sin protección respiratoria.
- Cualquier uso que lleve un riesgo de salpicadura para los ojos o la piel donde los trabajadores están expuestos sin protección de los ojos o la piel.

4.2. Medio Ambiente

4.2.1. Medio Ambiente – Usos desaconsejados

Cualquier uso que genere emisiones al aire y a aguas superficiales que no pueda regularse por medios naturales para mantener el pH a niveles normales.

5. Consejos de buenas prácticas adicionales al REACH

Nota: Las medidas incluidas en este apartado no se han tenido en cuenta en la exposición de las estimaciones relacionadas con el escenario de exposición. No están sujetos a la obligación establecida en el artículo 37 (4) del Reglamento REACH

Control de exposición de los trabajadores

Proceso de muestreo [CS2]	Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]	Drenar y vaciar el sistema antes e la par de equipos o su mantenimiento [E55]. Limpiar los derrames inmediatamente [C&H13].



Escenario de exposición 3

FORMULACION & (RE)ENVASADO DE ACIDO CLORHÍDRICO Y SUS FORMULACIONES POR LA INDUSTRIA & POR PROFESIONALES

1. Título de escenario de exposición	
Formulación & (re)envasado de ácido clorhídrico y sus formulaciones por la industria & por profesionales	
Sector de uso (SU)	SU10 (Formulación (mezcla) de preparados y / o re-embasado)
Categoría de proceso (PROC)	PROC1 (Uso en procesos cerrados, sin probabilidad de exposición) PROC2 (Uso en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada, p.e. toma de muestras) PROC3 (Fabricación por lotes de una sustancia o formulación químicas cuya manipulación predominante se realiza de manera contenida) PROC4 (Uso en la fabricación por lotes de una sustancia química con probabilidad de exposición significativa, por ejemplo, durante la carga, muestreo o descarga del material, y cuando por la naturaleza del diseño del proceso sea probable que resulte en exposición. PROC5 (Mezcla o combinación en procesos por lotes par la formulación de preparaciones y artículos (multietapas y / o contacto significativo)) PROC8a (Muestreo, carga, llenado, transferencia, vertido, embolsado en instalaciones no especializadas para ello. Probabilidad de exposición al polvo, vapor, aerosol o vertido y limpieza del equipo) PROC8b (Muestreo, carga, llenado, transferencia, vertido, embolsado en instalaciones especializadas para ello. Probabilidad de exposición al polvo, vapor, aerosol o vertido y limpieza del equipo) PROC9 (Transferencia de la sustancia o preparación a pequeños envases (línea de llenado especializada, incluyendo la pesada). Líneas de llenado especialmente diseñadas para capturar tanto el vapor como las emisiones de aerosoles y minimizar el derrame).
Categoría de emisión ambiental (ERC)	ERC 2 (Formulación de preparados)
Procesos, tareas, actividades contempladas	Fabricación de sustancia. Incluye reciclaje / recuperación, transferencia de materiales, almacenamiento, toma de muestras, actividades de laboratorio asociadas, carga y mantenimiento (incluidos los buques marinos y barcos, vehículos de carretera y ferrocarriles y contenedores a granel).
ES Criterios de exposición	SCOEL: - 8 mg/m³ - 8 hr. TWA - 15 mg/m³ - 15 min. TWA
2. Condiciones operacionales y medidas de prevención de riesgos	
2.1. Control de exposición de los trabajadores	
Características de producto	
Forma física del producto	Líquido, presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4] para 40% HCl Para actividades bajo PROC5 : Líquido, <i>presión de vapor parcial</i> (cf. ELECNRTL in Aspenplus (vs 2004.1)) : 20 °C : 22.1 Pa 30 °C : 51 Pa 40 °C : 112 Pa
Concentración de la sustancia en el producto	Cubre el porcentaje del producto hasta un 40% (a menos que se declare lo contrario) [G13].
Cantidades utilizadas	Varia entre mililitros (muestreo) y metros cúbicos (transferencias de materiales) [OC13].
Frecuencia y la duración de utilización	Cubre las exposiciones diarias hasta 8 horas (a menos que se declare lo contrario) [G2].
Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores	Algunas operaciones se llevan a cabo a temperaturas elevadas (>20°C sobre la temperatura ambiente) [OC7]. Se supone que se implementa una buena norma básica de higiene en el trabajo [G1]. Asegúrese de que los operarios están capacitados para minimizar las exposiciones [EI119].

Escenarios contributivos	Medidas de gestión de riesgo
Debido a las propiedades corrosivas de la sustancia, siempre se llevará ropa adecuada, protección para los ojos y la piel.	
PROC1: Exposiciones generales (sistemas cerrados) [CS15]. Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E-47]. Vaciar las líneas de transferencia antes de la disociación [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1]. Proceso de muestreo [CS2] Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Limpieza [CS47]. Uso en procesos contenidos por lotes [CS37]. Con la toma de muestra [CS56].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las líneas de transferencia antes del desacoplamiento [E39]. Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
PROC4: Transferencias en bloque o por lote [CS8] Transferencias a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza [CS47]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Con la toma de muestra [CS56].	Usar sistemas de manipulación a granel o semi-granel [E43]. O: Uso de bombas para el trasvase [E53]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Proporcionar extracción por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC5: Transferencias en bloque o por lote [CS8] Transferencias a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30]. Limpieza [CS47].	Transferir materiales directamente a los recipientes de mezcla [E45]. Usar bombas para el trasvase [E53]. Si no se dispone y el trasvase de contenedores es necesario, usar medidas de protección adicionales: sistemas de contención de derrames, protección de salpicaduras para la piel y ojos, respiradores para prevenir la inhalación de vapores /aerosoles. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55].
PROC8a: Transferencias a granel [CS14]. Proceso de muestreo [CS2]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39] Transporte [CS58]. Interno [CS59].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. O: Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC8b: Transferencias a granel [CS14]. Proceso de muestreo [CS2]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]. Transporte [CS58]. Interno [CS59]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. O: Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54]
PROC9: Llenado de tambores y pequeños paquetes [CS6]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. Llenar los recipientes en los puntos habilitados para su relleno provistos de ventiladores por extracción locales (90% de eficiencia). [E51]

2.2. Control de exposición ambiental						
Características del producto			Presión de vapor del líquido 0.5 – 10 kPa [OC4].			
Cantidades utilizadas			NR			
Frecuencia y duración del uso			360 días al año			
Otras condiciones operacionales de uso que afectan a la exposición a riesgos ambientales			Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1]			
Condiciones técnicas in-situ y medidas para reducir o limitar los vertidos, emisiones de aire y emisiones al suelo			Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones [W2] Evitar fugas y la contaminación de suelos / agua producida por fugas. [S4]			
Medidas de organización para evitar / limitar las emisiones			Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones. [W2]			
Condiciones y medidas relacionadas con la planta de tratamiento de aguas residuales municipales			Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1]			
Condiciones y medidas relacionadas con el tratamiento externo de residuos para su eliminación			Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1]			
Condiciones y medidas relacionados con la recuperación externa de residuos			NR			
Otras medidas de control ambiental			NR			
3. Estimación de la exposición						
3.1 Salud						
PROC1: Una exposiciones de > 4 horas es seguro, incluso sin el uso de LEV o protección respiratoria personal. PROC2, PROC3, PROC4, PROC8a, PROC8b, PROC9: Exposición segura para > 4 horas, siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%). PROC5: Exposición segura para > 4 horas, y temperaturas de 20, 30 o 40 °C, sin uso de LEV o protección respiratoria.						
Escenarios contributivos	Exposición prevista TRA (mg/m ³) Sin modificadores	TRA LEV: eficiencia (%)	TRA factor de duración	Exposición prevista (mg/m ³) Modificado	RCR (inhalación)	Medidas de gestión de riesgos (RMMs) RMMs para comunicación – Consolidado en GES o e-SDS Advertencias en REACH frase [RMM código] Recomendado: {frase [RMM código]}
PROC1: Exposición generales (sistemas cerrados) [CS15] Proceso continuo [CS54]	0.015		> 4 horas	0.02	0.0	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. {Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1] Muestreo del proceso [CS2] Proceso continuo [CS54]	15	90	> 4 horas	1.50	0.2	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].

PROC3: Exposiciones generales [CS1] Refabricación de artículos rechazados [CS19] Limpieza [CS47] Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	37.5	90	> 4 horas	3.75	0.5	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC4: Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Transferencia a granel [CS14] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza [CS47]. Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	30	90	> 4 horas	3.00	0.4	Usar sistemas de manejo a granel o semi-granel [E43]. Usar bombas de tambor [E53]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54].
PROC 5: Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Transferencia a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Operaciones de mezclado (sistemas abierto) [CS30] Limpieza [CS47]	7.5		> 4 horas	7.5	0.9	Transferir los materiales directamente al recipiente de mezclado [E45]. Usar bombas de tambor [E53] Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55].
PROC8a: Transferencia a granel [CS14] Muestreo del proceso [CS2] Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39] Transporte [CS58] Interno [CS59]	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]}.
PROC8b: Transferencia a granel [CS14]. Muestreo del proceso [CS2] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39] Transporte [CS58]. Interno [CS59]. Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16].	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]}.
PROC9: Llenado de bidones y pequeños paquetes [CS6]. Transferencia en tambor / por lotes [CS8]. Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39]	75	90	> 4 horas	7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Llenar los contenedores / botes en puntos de llenado especializados con ventilación extractiva localizada [E51]}.

3.2. Medio ambiente	
La sustancia se disocia en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después del tratamiento en la planta de aguas residuales (STP) se considera que la exposición es insignificante y sin riesgos.	
4. Guía para el UI para evaluar si trabaja dentro del límite fijado por el ES (Escenario de Exposición)	
4.1. Salud	
El UI trabaja dentro de los límites establecidos por el ES, si bien las medidas de gestión de riesgos propuestas, descritas anteriormente, se cumplen o el usuario intermedio puede demostrar por sí mismo que sus condiciones operativas y sus medidas de gestión de riesgos establecidas son adecuadas. Esto se tiene que hacer mostrando que la exposición cutánea y la inhalación están limitadas a un nivel por debajo del respectivo DNEL (dado que los procesos y actividades están cubiertos por los PROC enumerados anteriormente) como se indica a continuación. Si no hay datos de medición disponibles el UI puede hacer uso de una herramienta de escala adecuada, como el modelo ECETOC TRA V2.0	
La exposición de trabajadores se ha evaluado con ECETOC TRA V2.0	
<u>Nota importante:</u> Al demostrar un uso seguro cuando se comparan las estimaciones de exposición con el DNEL a largo plazo, el DNEL agudo queda también cubierto (según la guía R.14, los niveles de exposición aguda pueden obtenerse multiplicando las estimaciones de exposición a largo plazo por un factor de 2).	
4.1.1. Salud – Usos desaconsejados	
- Cualquier uso que afecte a la formación de aerosoles o liberación de vapor de más de 10 ppm, donde estén expuestos los trabajadores sin protección respiratoria. - Cualquier uso que lleve un riesgo de salpicadura para los ojos o la piel donde los trabajadores están expuestos sin protección de los ojos o la piel.	
4.2. Medio Ambiente	
4.2.1. Medio Ambiente – Usos desaconsejados	
La sustancia se disociará en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después de pasar por la STP (planta de tratamiento de aguas residuales) se considera insignificante y sin riesgos.	
5. Consejos de buenas prácticas adicionales al REACH	
Nota: Las medidas incluidas en este apartado no se han tenido en cuenta en la exposición de las estimaciones relacionadas con el escenario de exposición. No están sujetos a la obligación establecida en el artículo 37 (4) del Reglamento REACH	
Control de exposición de los trabajadores	
Proceso de muestreo [CS2]	Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15]
Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]	Drenar y vaciar el sistema antes e la par de equipos o su mantenimiento [E55]. Limpiar los derrames inmediatamente [C&H13].

Escenario de exposición 4

USO INDUSTRIAL DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO Y FORMULACIONES

1. Título de escenario de exposición																					
Uso industrial del ácido clorhídrico y formulaciones																					
Sector de uso (SU)	SU2a (Minería, (incluida la industria off-shore)) SU2b (Minería, (incluida la industria off-shore)) SU3 (Fabricación industrial (todos)) SU5 (Fabricación de textiles, cuero, pieles) SU14 (Fabricación de metales básicos) SU15 (Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipos) SU16 (Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos, equipo eléctrico)																				
Categoría de proceso (PROC)	PROC1 (Uso en procesos cerrados, sin probabilidad de exposición) PROC2 (Uso en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada, p.e. toma de muestras) PROC3 (Fabricación por lotes de una sustancia o formulación químicas cuya manipulación predominante se realiza de manera contenida) PROC4 (Uso en la fabricación por lotes de una sustancia química con probabilidad de exposición significativa, por ejemplo, durante la carga, muestreo o descarga del material, y cuando por la naturaleza del diseño del proceso sea probable que resulte en exposición. PROC9 (Transferencia de la sustancia o preparación a pequeños envases (línea de llenado especializada, incluyendo la pesada). Líneas de llenado especialmente diseñadas para capturar tanto el vapor como las emisiones de aerosoles y minimizar el derrame). PROC10 (Aplicación con rodillo o brocha) PROC13 (Tratamiento de los artículos por inmersión) PROC15 (Uso de las sustancias a pequeña escala de laboratorio) (< 1 l. o 1 Kg. presentes en el lugar de trabajo). PROC19 (Mezcla manual con contacto estrecho y disponiendo únicamente de EPI (equipo de protección individual), entorno no industrial)																				
Categoría de emisión ambiental (ERC)	ERC4 (Uso industrial de aditivos de procesamiento) ERC 6b (Uso industrial de aditivos de procesamiento reactivos)																				
Procesos, tareas, actividades contempladas	Uso de HCl y sus formulaciones por la industria.																				
ES Criterios de exposición	SCOEL: - 8 mg/m ³ - 8 hr. TWA - 15 mg/m ³ - 15 min. TWA																				
2. Condiciones operacionales y medidas de prevención de riesgos																					
2.1. Control de exposición de los trabajadores																					
Características de producto																					
Forma física del producto	Líquido, presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4]. PROC13: Las presiones de vapor parcial sobre el baño de una solución con un 15% HCl son: <table> <thead> <tr> <th>T °C</th><th>pH Cl Pa</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>1.89</td></tr> <tr><td>30</td><td>4.93</td></tr> <tr><td>40</td><td>12.20</td></tr> <tr><td>50</td><td>28.60</td></tr> <tr><td>60</td><td>64.50</td></tr> <tr><td>70</td><td>139</td></tr> <tr><td>80</td><td>290</td></tr> <tr><td>90</td><td>584</td></tr> <tr><td>100</td><td>1140</td></tr> </tbody> </table> (Cf. ELECNRTL in Aspenplus (vs. 2004.1))	T °C	pH Cl Pa	20	1.89	30	4.93	40	12.20	50	28.60	60	64.50	70	139	80	290	90	584	100	1140
T °C	pH Cl Pa																				
20	1.89																				
30	4.93																				
40	12.20																				
50	28.60																				
60	64.50																				
70	139																				
80	290																				
90	584																				
100	1140																				
Concentración de la sustancia en el producto	Cubre el porcentaje del producto hasta un 40% (a menos que se declare lo contrario) [G13].																				

Cantidades utilizadas	Varía entre mililitros (muestreo) y metros cúbicos (transferencias de materiales) [OC13]
Frecuencia y la duración de utilización	Cubre las exposiciones diarias hasta 8 horas (a menos que se declare lo contrario) [G2].
Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores	Se supone un uso no superior a 20 °C por encima de la temperatura ambiental [G15] Cabe señalar que la temperatura del proceso puede ser mayor, pero la temperatura de la sustancia baja a la temperatura ambiente en los puntos de contacto de trabajador. Se supone que se implementa una buena norma básica de higiene en el trabajo [G1]. Asegúrese de que los operarios están capacitados para minimizar las exposiciones [EI119] Bajo PROC13, las temperaturas operativas pueden diferir desde 20 – 30 – 40 – 50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100 °C
Escenarios contributivos	Medidas de gestión de riesgo
Debido a las propiedades corrosivas de la sustancia, siempre se llevará ropa adecuada, protección para los ojos y la piel.	
PROC1: Exposiciones generales (sistemas cerrados) [CS15]. Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E-47]. Vaciar las líneas de transferencia antes de la disociación [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1]. Proceso de muestreo [CS2] Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Limpieza [CS47]. Uso en procesos contenidos por lotes [CS37]. Con la toma de muestra [CS56].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las líneas de transferencia antes del desacoplamiento [E39]. Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
PROC4: Transferencias en bloque o por lote [CS8] Transferencias a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza [CS47]. Refabricación de las artículos rechazados [CS19]. Con la toma de muestra [CS56].	Usar sistemas de manipulación a granel o semi-granel [E43]. O: Uso de bombas para el trasvase [E53]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Proporcionar extracción por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC9: Llenado de tambores y pequeños paquetes [CS6]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. Llenar los recipientes en los puntos habilitados para su relleno provistos de ventiladores por extracción locales (90% de eficiencia). [E51]
PROC10: Rodillo, cepillado [CS51]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39].	Proporcionar un buen nivel de ventilación general o controlado (de 5 a 15 cambios de aire por hora) (90% de eficiencia) [E40]. Usar guantes adecuados (testados según EN374) [PPE15].
PROC13: Sumergir, inmersión y vertido [CS4]. Tratamiento por inmersión y vertido [CS35].	Proporcionar ventilación por extracción en los puntos de transferencia de materiales y otras aberturas (90% de eficiencia) [E82]. Llevarlo a cabo en una cabina ventilada con flujo de aire laminar [E59]. Automatizar la actividad siempre que sea posible [AP16]. Automatizar la actividad siempre que sea posible [EI21]. Usar guantes adecuados (testados según EN374) [PPE15].

PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]. O:	Manejo dentro de campanas de extracción de humos o con ventilación por extracción (80% de eficiencia) [E83]. O: Llevarlo a cabo en cabinas de ventilación o recintos con extracción (80% de eficiencia) [E57]. Evitar realizar la operación durante más de 4 horas [OC12].
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]	Evitar realizar la operación durante más de 1 hora [OC11].
PROC19: Operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30]. Premezcla de aditivos [CS92]. O:	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Usar un respirador con filtro del tipo A o superior según EN140 [PPE22].
PROC19: Operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30]. Premezcla de aditivos [CS92].	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Evitar realizar operación durante más de 15 minutos [OC10].
2.2. Control de exposición ambiental	
Características del producto	Presión de vapor del líquido 0.5 – 10 kPa [OC4].
Cantidades utilizadas	NR
Frecuencia y duración del uso	360 días al año
Otras condiciones operacionales de uso que afectan a la exposición a riesgos ambientales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].
Condiciones técnicas in-situ y medidas para reducir o limitar los vertidos, emisiones de aire y emisiones al suelo	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones [W2]. Evitar fugas y la contaminación de suelos / agua producida por fugas. [S4]
Medidas de organización para evitar / limitar las emisiones	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones. [W2]
Condiciones y medidas relacionadas con la planta de tratamiento de aguas residuales municipales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].
Condiciones y medidas relacionadas con el tratamiento externo de residuos para su eliminación	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].
Condiciones y medidas relacionados con la recuperación externa de residuos	NR
Otras medidas de control ambiental	NR
3. Estimación de la exposición	
3.1 Salud	
PROC1: Una exposiciones de > 4 horas es seguro, incluso sin el uso de LEV o protección respiratoria personal. PROC2, PROC3, PROC4, PROC9, PROC10: Exposición segura para > 4 horas, siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%). PROC13: Uso seguro a todas las temperaturas mencionadas en la sección 2.1. siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%). PROC15: exposición durante 15 min - 1 hora es seguro, incluso sin el uso de LEV; para exposición > 1 hora, se debe utilizar un LEV (con una eficiencia del 80%). PROC19: Uso seguro para >4 horas: <u>siempre que</u> se utilice el equipos de respiración (media máscara); <u>o</u> limitar la exposición a <15 min.	

Escenarios contributivos	Exposición prevista TRA (mg/m ³) Sin modificadores	TRA LEV: eficiencia (%)	TRA factor de duración	TRA factor RPE	Exposición prevista (mg/m ³) Modificado	RCR (inhalación)	Medidas de gestión de riesgos (RMMs) RMMs para comunicación – Consolidado en GES o e-SDS Advertencias en REACH frase [RMM código] Recomendado: {frase [RMM código]}
PROC1: Exposición generales (sistemas cerrados) [CS15] Proceso continuo [CS54]	0.015		> 4 horas		0.02	0.0	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. {Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1] Muestreo del proceso [CS2] Proceso continuo [CS54]	15	90	> 4 horas		1.50	0.2	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1] Refabricación de artículos rechazados [CS19] Limpieza [CS47] Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	37.5	90	> 4 horas		3.75	0.5	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC4: Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Transferencia a granel [CS14] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza [CS47]. Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	30	90	> 4 horas		3.00	0.4	Usar sistemas de manejo a granel o semi-granel [E43]. Usar bombas de tambor [E53]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54].
PROC9: Llenado de bidones y pequeños paquetes [CS6]. Transferencia en tambor / por lotes [CS8]. Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39]	75	90	> 4 horas		7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Llenar los contenedores / botes en puntos de llenado especializados con ventilación extractiva localizada [E51]}.
PROC10: Aplicación por rodillo o brocha [CS51] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39]	75	90	> 4 horas		7.50	0.9	Asegurar un buen nivel de ventilación general o controlada (de 5 a 15 cambios de aire por hora) [E40]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.

PROC13: Inmersión, vertido [CS4]. Tratamiento mediante inmersión y vertido [CS35].	75	90	> 4 horas		7.50	0.9	Asegurar ventilación extractiva en los puntos de transferencia de materiales y otras aperturas [E82]. Realizarlo en una cabina con ventilación prevista de flujo de aire laminar [E59]. Automatizar la actividad cuando sea posible [AP16]. Darle tiempo al proceso para que las piezas se escurran [EI21]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]. O:	15	80	1 - 4 horas		1.80	0.2	Manipular en campanas con extracción de humos o bajo ventilación extractiva [E83]. {Llevar a cabo en una cabina de ventilación o recinto con extracción [E57]}.
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36].	15		15 min - 1 hora		3.0	0.4	Evitar realizar operaciones de mas de 4 horas [OC12]. Evitar realizar operaciones de más de 1 horas [OC11].
PROC19: operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30] Premezcla de aditivos [CS92] O:	75		> 4 horas	Media máscara	7.5	0.9	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Llevar un respirador con filtro de tipo A o superior según EN140 [PPE22].
PROC19: operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30] Premezcla de aditivos [CS92]	75		< 15 min		7.5	0.9	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Evitar realizar operaciones durante más de 15 minutos [OC10].

3.2. Medio ambiente

La sustancia se disocia en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después del tratamiento en la planta de aguas residuales (STP) se considera que la exposición es insignificante y sin riesgos.

4. Guía para el UI para evaluar si trabaja dentro del límite fijado por el ES (Escenario de Exposición)

4.1. Salud

El UI trabaja dentro de los límites establecidos por el ES, si bien las medidas de gestión de riesgos propuestas, descritas anteriormente, se cumplen o el usuario intermedio puede demostrar por sí mismo que sus condiciones operativas y sus medidas de gestión de riesgos establecidas son adecuadas. Esto se tiene que hacer mostrando que la exposición cutánea y la inhalación están limitadas a un nivel por debajo del respectivo DNEL (dado que los procesos y actividades están cubiertos por los PROC enumerados anteriormente) como se indica a continuación. Si no hay datos de medición disponibles el UI puede hacer uso de una herramienta de escala adecuada, como el modelo ECETOC TRA V2.0

La exposición de trabajadores se ha evaluado con ECETOC TRA V2.0.

Nota importante: Al demostrar un uso seguro cuando se comparan las estimaciones de exposición con el DNEL a largo plazo, el DNEL agudo queda también cubierto (según la guía R.14, los niveles de exposición aguda pueden obtenerse multiplicando las estimaciones de exposición a largo plazo por un factor de 2).

5. Consejos de buenas prácticas adicionales al REACH

Nota: Las medidas incluidas en este apartado no se han tenido en cuenta en la exposición de las estimaciones relacionadas con el escenario de exposición. No están sujetos a la obligación establecida en el artículo 37 (4) del Reglamento REACH

Control de exposición de los trabajadores	
Proceso de muestreo [CS2]	Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]	Drenar y vaciar el sistema antes e la par de equipos o su mantenimiento [E55].
	Limpiar los derrames inmediatamente [C&H13].



Escenario de exposición 5

USO PROFESIONAL DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO Y FORMULACIONES

1. Título de escenario de exposición	
Uso profesional del ácido clorhídrico y formulaciones	
Sector de uso (SU)	Industrial. SU20 (Servicios de salud) SU22 (Dominio público (administración, educación, entretenimiento, servicios, artesanía)) SU23 (Reciclado)
Categoría de proceso (PROC)	PROC1 (Uso en procesos cerrados, sin probabilidad de exposición) PROC2 (Uso en procesos cerrados y continuos con exposición ocasional controlada, p.e. toma de muestras) PROC3 (Fabricación por lotes de una sustancia o formulación químicas cuya manipulación predominante se realiza de manera contenida) PROC4 (Uso en la fabricación por lotes de una sustancia química con probabilidad de exposición significativa, por ejemplo, durante la carga, muestreo o descarga del material, y cuando por la naturaleza del diseño del proceso sea probable que resulte en exposición. PROC8a (Muestreo, carga, llenado, transferencia, vertido, embolsado en instalaciones no especializadas para ello. Probabilidad de exposición al polvo, vapor, aerosol o vertido y limpieza del equipo). PROC8b (Transferencia de la sustancia o preparado (carga /descarga) de /a los buques /grandes depósitos en las instalaciones específicas) PROC10 (Aplicación con rodillo o brocha) PROC11 (Pulverización fuera de entornos y /o aplicaciones industriales) PROC13 (Tratamiento de los artículos por inmersión) PROC15 (Uso de las sustancias a pequeña escala de laboratorio) (< 1 l. o 1 Kg. presentes en el lugar de trabajo). PROC19 (Mezcla manual con contacto estrecho y disponiendo únicamente de EPI (equipo de protección individual).
Categoría de emisión ambiental (ERC)	ERC4 (Uso industrial de aditivos de procesamiento) ERC6b (Uso industrial de aditivos de procesamiento reactivos) ERC8a (Uso altamente dispersivo en interiores de aditivos de procesamiento en sistemas abiertos - emisión al agua) ERC8b (Uso altamente dispersivo en interiores de sustancias reactivas en sistemas abiertos) ERC8e (Uso altamente dispersivo en exteriores de sustancias reactivas e sistemas abiertos)
Procesos, tareas, actividades contempladas	Uso profesional de HCl y sus formulaciones.
ES Criterios de exposición	SCOEL: - 8 mg/m ³ - 8 hr. TWA - 15 mg/m ³ – 15 min. TWA

2. Condiciones operacionales y medidas de prevención de riesgos	
2.1. Control de exposición de los trabajadores	
Características de producto	
Forma física del producto	Líquido, presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4]. PROC13: Las presiones de vapor parcial sobre el baño de una solución con un 15% HCl son:
	T °C pH Cl Pa
	20 1.89
	30 4.93
	40 12.20
	50 28.60
	60 64.50
	70 139
	80 290
	90 584
100 1140	
(Cf. ELECNRTL in Aspenplus (vs. 2004.1))	
Concentración de la sustancia en el producto	Cubre el porcentaje del producto hasta un 40% (a menos que se declare lo contrario) [G13].
Cantidades utilizadas	Varía entre mililitros (muestreo) y metros cúbicos (transferencias de materiales) [OC13].
Frecuencia y la duración de utilización	Cubre las exposiciones diarias hasta 8 horas (a menos que se declare lo contrario) [G2].
Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores	Se supone un uso no superior a 20 °C por encima de la temperatura ambiental [G15]. Se supone que se implementa una buena norma básica de higiene en el trabajo [G1]. Asegúrese de que los operarios están capacitados para minimizar las exposiciones [E119].
Escenarios contributivos	Medidas de gestión de riesgo
Debido a las propiedades corrosivas de la sustancia, siempre se llevará ropa adecuada, protección para los ojos y la piel.	
PROC1: Exposiciones generales (sistemas cerrados) [CS15]. Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E-47]. Vaciar las líneas de transferencia antes de la disociación [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1]. Proceso de muestreo [CS2] Proceso continuo [CS54].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las vías de transferencia antes del desacoplamiento [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1]. Refabricación de los artículos rechazados [CS19]. Limpieza [CS47]. Uso en procesos contenidos por lotes [CS37]. Con la toma de muestra [CS56].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado [E47]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de materiales se realiza con sistemas de contención o ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E66]. Vaciar las líneas de transferencia antes del desacoplamiento [E39] Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15].
PROC4: Transferencias en bloque o por lote [CS8] Transferencias a granel [CS14]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza [CS47]. Refabricación de las artículos rechazados [CS19]. Con la toma de muestra [CS56].	Usar sistemas de manipulación a granel o semi-granel [E43]. O: Uso de bombas para el trasvase [E53]. Drenar y vaciar el sistema antes de la parada de equipos o su mantenimiento [E55]. Proporcionar extracción por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].

PROC8a: Transferencias a granel [CS14]. Proceso de muestreo [CS2]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]. Transporte [CS58]. Interno [CS59].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. O: Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC8b: Transferencias a granel [CS14]. Proceso de muestreo [CS2]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]. Transporte [CS58]. Interno [CS59]. Transferencias en bloque o por lote [CS8]. Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16].	Manejar la sustancia dentro de un sistema cerrado predominantemente con ventilación por extracción (90% de eficiencia) [E49]. O: Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54].
PROC10: Rodillo, cepillado [CS51]. Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39].	Proporcionar un buen nivel de ventilación general o controlado (de 5 a 15 cambios de aire por hora) (90% de eficiencia) [E40]. Usar guantes adecuados (testados según EN374) [PPE15].
PROC11: Pulverización mediante aplicación manual [CS24]. Pulverización mediante aplicación de máquina [CS25]. Spray [CS49].	Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54]. Y: Llevar respirador con filtro tipo A o mejor según EN140. [PPE22] Proporcionar ventilación por extracción en puntos donde las emisiones producen (90% de eficiencia) [E54]. Evitar realizar operación durante más de 15 minutos [OC10].
PROC13: Sumergir, inmersión y vertido [CS4]. Tratamiento por inmersión y vertido [CS35].	Proporcionar ventilación por extracción en los puntos de transferencia de materiales y otras aberturas (90% de eficiencia) [E82]. Llevarlo a cabo en una cabina ventilada con flujo de aire laminar [E59]. Automatizar la actividad siempre que sea posible [AP16]. Automatizar la actividad siempre que sea posible [EI21]. Usar guantes adecuados (testados según EN374) [PPE15].
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]. O:	Manejo dentro de campanas de extracción de humos o con ventilación por extracción (80% de eficiencia) [E83]. O: Llevarlo a cabo en cabinas de ventilación o recintos con extracción (80% de eficiencia) [E57]. Evitar realizar la operación durante más de 4 horas [OC12].
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36]	Evitar realizar la operación durante más de 1 hora [OC11].
PROC19: Operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30]. Premezcla de aditivos [CS92] O:	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Usar un respirador con filtro del tipo A o superior según EN140 [PPE22].
PROC19: Operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30]. Premezcla de aditivos [CS92]	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Evitar realizar operación durante más de 15 minutos [OC10].

2.2. Control de exposición ambiental																					
Características del producto	Líquido, presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4]. PROC13: Las presiones de vapor parcial sobre el baño de una solución con un 15% HCl son: <table> <tr> <th>T °C</th><th>pH Cl Pa</th></tr> <tr><td>20</td><td>1.89</td></tr> <tr><td>30</td><td>4.93</td></tr> <tr><td>40</td><td>12.20</td></tr> <tr><td>50</td><td>28.60</td></tr> <tr><td>60</td><td>64.50</td></tr> <tr><td>70</td><td>139</td></tr> <tr><td>80</td><td>290</td></tr> <tr><td>90</td><td>584</td></tr> <tr><td>100</td><td>1140</td></tr> </table> (Cf. ELECNRTL in Aspenplus (vs. 2004.1))	T °C	pH Cl Pa	20	1.89	30	4.93	40	12.20	50	28.60	60	64.50	70	139	80	290	90	584	100	1140
T °C	pH Cl Pa																				
20	1.89																				
30	4.93																				
40	12.20																				
50	28.60																				
60	64.50																				
70	139																				
80	290																				
90	584																				
100	1140																				
Cantidades utilizadas	NR																				
Frecuencia y duración del uso	8 h/d para 360 días al año																				
Otras condiciones operacionales de uso que afectan a la exposición a riesgos ambientales	Asegurar que todas las aguas residuales se recopilan y se tratan a través de una EDAR [W6]																				
Condiciones técnicas in-situ y medidas para reducir o limitar los vertidos, emisiones de aire y emisiones al suelo	Asegurar que todas las aguas residuales se recopilan y se tratan a través de una EDAR [W6]																				
Medidas de organización para evitar / limitar las emisiones	Evitar fugas y la contaminación de suelos /agua producida por fugas. [S4]																				
Condiciones y medidas relacionadas con la planta de tratamiento de aguas residuales municipales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1]																				
Condiciones y medidas relacionadas con el tratamiento externo de residuos para su eliminación	NR																				
Condiciones y medidas relacionados con la recuperación externa de residuos	NR																				
Otras medidas de control ambiental	NR																				
3. Estimación de la exposición																					
3.1 Salud																					
PROC1: Una exposiciones de > 4 horas es seguro, incluso sin el uso de LEV o protección respiratoria personal. PROC2, PROC3, PROC4, PROC8a, PROC10: Exposición segura para > 4 horas, siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%). PROC11: Uso seguro para >4 horas: SÓLO si se usa LEV (con una eficiencia del 90%) <u>y</u> equipos de respiración (media máscara); <u>o</u> limitar la exposición a <15 min PROC13: Uso seguro a todas las temperaturas mencionadas en la sección 2.1. siempre que se utilice LEV (con una eficiencia del 90%). PROC15: exposición durante 15 min - 1 hora es seguro, incluso sin el uso de LEV; para exposición > 1 hora, se debe utilizar un LEV (con una eficiencia del 80%). PROC19: Uso seguro para >4 horas: <u>siempre que</u> se utilice el equipos de respiración (media máscara); <u>o</u> limitar la exposición a <15 min.																					

Escenarios contributivos	Exposición prevista TRA (mg/m ³) Sin modificadores	TRA LEV: eficiencia (%)	TRA factor de duración	TRA factor RPE	Exposición prevista (mg/m ³) Modificado	RCR (inhalación)	Medidas de gestión de riesgos (RMMs) RMMs para comunicación – Consolidado en GES o e-SDS Advertencias en REACH frase [RMM código] Recomendado: {frase [RMM código]}
PROC1: Exposición generales (sistemas cerrados) [CS15] Proceso continuo [CS54]	0.015		> 4 horas		0.02	0.0	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. {Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC2: Exposiciones generales [CS1] Muestreo del proceso [CS2] Proceso continuo [CS54]	15	90	> 4 horas		1.50	0.2	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39].
PROC3: Exposiciones generales [CS1] Refabricación de artículos rechazados [CS19] Limpieza [CS47] Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	37.5	90	> 4 horas		3.75	0.5	Manipular la sustancia en un sistema cerrado [E47]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Asegurar que la transferencia de material está confinada o con ventilación extractiva [E66]. Limpiar las vías de transferencia antes del desacoplamiento} [E39]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC4: Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Transferencia a granel [CS14] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza [CS47]. Uso en proceso por lotes [CS37] Con toma de muestras [CS56]	30	90	> 4 horas		3.00	0.4	Usar sistemas de manejo a granel o semi-granel [E43]. Usar bombas de tambor [E53]. Drenar y aclarar el sistema antes de la parada de equipos o mantenimiento [E55]. Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54].
PROC8a: Transferencia a granel [CS14] Muestreo del proceso [CS2] Transferencia en tambor / por lotes [CS8] Exposiciones generales (sistemas abiertos) [CS16] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39] Transporte [CS58] Interno [CS59]	75	90	> 4 horas		7.50	0.9	Manipular la sustancia dentro de un sistema sobre todo cerrado y con ventilación extractiva. [E49]. {Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]}.

PROC10: Aplicación por rodillo o brocha [CS51] Limpieza de equipos y mantenimiento [CS39]	75	90	> 4 horas		7.50	0.9	Asegurar un buen nivel de ventilación general o controlada (de 5 a 15 cambios de aire por hora) [E40]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC11: Pulverización / nebulización mediante aplicación manual [CS24] Pulverización / nebulización mediante aplicación mecánica [CS25] Bote de spray [CS49] O:	750	90	< 15 min.		7.50	0.9	Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]. Evitar realizar operaciones de más de 15 minutos [OC10].
PROC11: Pulverización / nebulización mediante aplicación manual [CS24] Pulverización / nebulización mediante aplicación mecánica [CS25] Bote de spray [CS49]	750	90	> 4 horas		7.50	0.9	Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]. Llevar un respirador con filtro de tipo A o superior según EN140 [PPE22]. Proporcionar ventilación extractiva en los puntos de se producen las emisiones [E54]. Llevar un respirador con filtro de tipo A o superior según EN140 [PPE22].
PROC13: Inmersión, vertido [CS4]. Tratamiento mediante inmersión y vertido [CS35].	75	90	> 4 horas		7.50	0.9	Asegurar ventilación extractiva en los puntos de transferencia de materiales y otras aperturas [E82]. Realizarlo en una cabina con ventilación prevista de flujo de aire laminar [E59]. Automatizar la actividad cuando sea posible [AP16]. Darle tiempo al proceso para que las piezas se escurran [E121]. {Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]}.
PROC15: Actividades de laboratorio [CS36].	15		15 min - 1 hora		3.0	0.4	Evitar realizar operaciones de más de 1 hora [OC11].
PROC19: Operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30] Premezcla de aditivos [CS92] O:	75		> 4 horas	Media máscara	7.5	0.9	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Llevar un respirador con filtro de tipo A o superior según EN140 [PPE22]
PROC19: operaciones de mezclado (sistemas abiertos) [CS30] Premezcla de aditivos [CS92]	75		< 15 min		7.5	0.9	Llevar guantes adecuados testados según EN374 [PPE15]. Evitar realizar operaciones durante más de 15 minutos [OC10]

3.2. Medio ambiente	
La sustancia se disocia en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después del tratamiento en la planta de aguas residuales (STP) se considera que la exposición es insignificante y sin riesgos.	
4. Guía para el UI para evaluar si trabaja dentro del límite fijado por el ES (Escenario de Exposición)	
4.1. Salud	
El UI trabaja dentro de los límites establecidos por el ES, si bien las medidas de gestión de riesgos propuestas, descritas anteriormente, se cumplen o el usuario intermedio puede demostrar por sí mismo que sus condiciones operativas y sus medidas de gestión de riesgos establecidas son adecuadas. Esto se tiene que hacer mostrando que la exposición cutánea y la inhalación están limitadas a un nivel por debajo del respectivo DNEL (dado que los procesos y actividades están cubiertos por los PROC enumerados anteriormente) como se indica a continuación. Si no hay datos de medición disponibles el UI puede hacer uso de una herramienta de escala adecuada, como el modelo ECETOC TRA V2.0 La exposición de trabajadores se ha evaluado con ECETOC TRA V2.0 <u>Nota importante:</u> Al demostrar un uso seguro cuando se comparan las estimaciones de exposición con el DNEL a largo plazo, el DNEL agudo queda también cubierto (según la guía R.14, los niveles de exposición aguda pueden obtenerse multiplicando las estimaciones de exposición a largo plazo por un factor de 2).	
4.2. Medio Ambiente	
La sustancia se disociará en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después de pasar la STP (planta de depuración de aguas residuales) se considera insignificante y sin riesgos.	
5. Consejos de buenas prácticas adicionales al REACH	
Nota: Las medidas incluidas en este apartado no se han tenido en cuenta en la exposición de las estimaciones relacionadas con el escenario de exposición. No están sujetos a la obligación establecida en el artículo 37 (4) del Reglamento REACH	
Control de exposición de los trabajadores	
Proceso de muestreo [CS2]	Usar guantes adecuados según EN374 [PPE15]
Limpieza y mantenimiento de equipos [CS39]	Drenar y vaciar el sistema antes e la par de equipos o su mantenimiento [E55]. Limpiar los derrames inmediatamente [C&H13].

Escenario de exposición 6

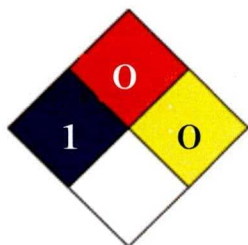
USO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO Y FORMULACIONES POR LOS CONSUMIDORES

1. Título de escenario de exposición	
Uso de ácido clorhídrico y formulaciones por los consumidores	
Sector de uso (SU)	SU21 (Usos del consumidor: hogares privados)
Categoría de proceso (PROC)	N.A.
Categoría de producto (PC)	PC20 (Productos como reguladores de pH, floculantes, precipitantes, agentes de neutralización y otros productos no específicos) PC21 (Productos químicos de laboratorio) PC35 (Lavado y limpieza de productos (incluidos los productos basados en disolvente)) PC37 (Productos químicos para el tratamiento de aguas) PC38 (Soldadura y productos de uniones)
Categoría de emisión ambiental (ERC)	ERC8b (Uso altamente dispersivo en interiores de sustancias reactivas en sistemas abiertos) ERC8e (Uso altamente dispersivo en exteriores de sustancias reactivas en sistemas abiertos)
Procesos, tareas, actividades contempladas	Uso de la solución de HCl en una concentración máxima de 20% para fines mencionado en los equipos anteriores
2. Condiciones operacionales y medidas de prevención de riesgos	
2.1. Control de exposición de los trabajadores	
Características de producto	
Forma física del producto	Presión de vapor 0.5 – 10 kPa [OC4].
Concentración de la sustancia en el producto	Cubre el porcentaje del producto hasta un 20% (a menos que se declare lo contrario) [G13].
Cantidades utilizadas	Máx. 500 ml por actividad
Frecuencia y la duración de utilización	Cubre las exposiciones diarias hasta 4 horas (a menos que se declare lo contrario) [G2]; hasta 5 veces / año.
Otras condiciones operacionales que afectan a la exposición de los trabajadores	Se asume un uso no superior a 20 °C por encima de la temperatura ambiental [G15].
Medidas de gestión de riesgo relacionadas con uso de consumidor	
La sustancia puede causar efectos irritantes locales; sin efectos sistémicos. Por esa razón: utilice siempre guantes de protección durante las actividades de manipulación y aplicación mencionadas en las categorías de producto anteriores.	
2.2. Control de exposición ambiental	
Características del producto	Presión de vapor del líquido, 0.5 – 10 kPa [OC4].
Cantidades utilizadas	NR
Frecuencia y duración del uso	360 días al año
Otras condiciones operacionales de uso que afectan a la exposición a riesgos ambientales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].
Condiciones técnicas in-situ y medidas para reducir o limitar los vertidos, emisiones de aire y emisiones al suelo	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones [W2]. Evitar fugas y la contaminación de suelos / agua producida por fugas. [S4]
Medidas de organización para evitar / limitar las emisiones	Se debería tener un plan ante derrames para garantizar que se dispone de medidas adecuadas para minimizar el impacto de las posibles emisiones. [W2]
Condiciones y medidas relacionadas con la planta de tratamiento de aguas residuales municipales	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W1].

Condiciones y medidas relacionadas con el tratamiento externo de residuos para su eliminación	Todas las aguas residuales contaminadas deben procesarse en una planta de tratamiento de aguas residuales industriales o municipales que incorpora tratamientos primarios y secundarios [W].
Condiciones y medidas relacionados con la recuperación externa de residuos	NR
Otras medidas de control ambiental	NR
3. Estimación de la exposición	
3.1 Salud	
La exposición ha sido estimada como si la sustancia sólo causara efectos dérmicos locales y/o efectos locales por inhalación y no efectos sistémicos. De todos modos, se ha calculado una aplicación en el peor de los casos. Asumiendo que las condiciones de la aplicación son: - uso para la eliminación de los restos de cemento de ladrillos, tejas, etc. - uso de una solución en agua de 20% HCl - duración 8 horas. - volumen de la sala 50 m³ - tasa de ventilación 2x/hr Resultados: Inhalación – concentración media por evento: 15 mg/m³ Inhalación – concentración media en un día de exposición: 5 mg/m³ Inhalación – media anual: 0.03 mg/m³/día <i>Esta captación por inhalación es muy poco probable que suceda, ya que la sustancia comenzará inmediatamente a irritar cuando entra en el tracto inhalatorio.</i> Dérmico – carga: 465 mg/cm² Dérmico – agudo (interno) dosis: 0.016 mg/kg Dérmico – crónico (interno) dosis: 0.00008 mg/kg/día <i>Una carga cutánea tan alta es poco probable, pero asumiendo que ocurre, el usuario habrá reaccionado ante la sensación de quemazón / picazón en la piel y se empezará automáticamente a usar guantes.</i>	
3.2. Medio ambiente	
La sustancia se disocia en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después del tratamiento en la planta de aguas residuales (STP) se considera que la exposición es insignificante y sin riesgos.	
4. Guía para el UI para evaluar si trabaja dentro del límite fijado por el ES (Escenario de Exposición)	
4.1. Salud	
4.2. Medio Ambiente	
La sustancia se disociará en contacto con el agua, el único efecto es el efecto del pH, por lo tanto, después de pasar la STP (planta de depuración de aguas residuales) se considera insignificante y sin riesgos.	

FINAL DE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	BICARBONATO DE SODIO	<i>Ver. : 2</i>
		<i>Agosto 20 de 2009</i>
		<i>Página 1 de 6</i>



Pictograma NFPA

1.IDENTIFICACION DEL MATERIAL Y DE LA COMPAÑIA

Nombre Químico:	Bicarbonato de Sodio
Sinónimos:	Ácido Carbónico, Carbonato monosódico, Carbonato ácido de sodio
Formula:	NaHCO ₃
Familia Química:	Compuestos Inorgánicos de Sodio.
Registro CAS:	144-55-8
Numero UN:	N.R
Información de la Compañía:	Nombre: Fujian Shan S.A. Dirección: Carretera central de Occidente Km 1.5 Vía Funza, Parque Industrial San Carlos, Etapa I Local 4
Teléfono de Emergencia:	5467000 – Funza

2.COMPOSICION E INFORMACION SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES	
Ingrediente	Bicarbonato de Sodio
% (p/p)	> 99
TLV	No Establecido
CAS	144-55-8

3.IDENTIFICACION DE PELIGROS

Visión general de los peligros	Gránulos o polvo blanco, inodoro, No se quema. Puede desarrollar presión si se expone al agua. Puede causar irritación a los ojos.
Inhalación:	La Inhalación del polvo o niebla puede causar daños al sistema respiratorio y al tejido pulmonar lo cual puede producir desde una irritación a las vías respiratorias superiores hasta la neumonía química.
Ingestión:	Es usado como terapéutico y en las comidas. En grandes dosis (280 – 340 g) por mas de 5 días, puede causar diarrea, mareo, vómito, y dolor abdominal.

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	BICARBONATO DE SODIO	<i>Ver. : 2</i> <i>Agosto 20 de 2009</i>
		<i>Página 2 de 6</i>

Contacto con la Piel:	El contacto prolongado causa irritación a la piel con enrojecimiento y formación de ampollas, lo cual puede agravarse en personas con lesiones previas a la piel. La severidad del ataque a la piel va en relación directa y proporcional a la concentración y tiempo del contacto.
Contacto Ocular:	Corrosivo, causa serias quemaduras que producen edemas, conjuntivitis, destrucción de cornea y ceguera. El riesgo aumenta si se trabaja en áreas cerradas.
Efectos Crónicos:	En general, las exposiciones a altas concentraciones por largo tiempo, pueden causar flujo nasal, ligero dolor de cabeza, náuseas. No se acumula en el cuerpo.

4.PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación:	Usando protección adecuada se saca inmediatamente a la víctima del ambiente de exposición a un lugar con aire limpio y fresco. Si la respiración se dificulta, aplique respiración artificial. Solicita atención médica.
Ingestión:	Si la víctima está consciente y tenemos la certeza que ha ingerido una dosis ligera, suministrarle 2 o 3 vasos de agua o leche e inducir vomito, si ha ingerido grandes cantidades, no inducir al vomito. Proporcionar ayuda médica inmediata. Si la víctima está inconsciente, no administrar nada por la boca y mantener libres las vías respiratorias.
Contacto con la Piel:	Quite la ropa contaminada, incluyendo los zapatos. Lave las partes afectadas con abundante agua y jabón por lo menos durante 15 minutos. Lave bien la ropa antes de volverla a usar y deséchela cuando no pueda ser descontaminada.
Contacto Ocular:	Lave inmediatamente los ojos con abundante agua durante 15 minutos, manteniendo los párpados separados para asegurar un lavado completo de la superficie del ojo. El lavado de ojos durante los primeros minutos es esencial para asegurar una efectividad máxima como primer auxilio, pero luego debe acudir al médico.

5.MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Peligros por fuego y explosión: No se lo considera peligroso bajo condiciones de fuego, no es inflamable ni explosivo. Este material es usado como agente extinguidor adecuado para toda clase de fuego

Medio para extinguir el fuego: Use cualquier medio para extinguir el fuego de los alrededores. No es combustible.

Use equipo de respiración autónoma y ropa protectora para combatir el fuego.

Información Especial: En caso de incendio, considerar que el bicarbonato de sodio puede descomponerse en óxidos de carbono a 109 °C y óxidos de sodio a 841 °C por tanto en

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	BICARBONATO DE SODIO	Ver. : 2 Agosto 20 de 2009
		Página 3 de 6

indispensable el uso del equipo de respiración autónomo.

6.MEDIDAS PARA EL CONTROL DE DERRAMES Y FUGAS

Utilizando la ropa protectora adecuada recoger el producto en tambores limpios y rotularlos. Si es necesario, el área afectada debe ser lavada con abundante agua. Prevenga la entrada de efluentes hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas mediante la construcción de diques hechos con arena, tierra seca u otro material absorbente no combustible. Todo este material de absorción contaminado se enviara al relleno sanitario.

7.MANUPULACION Y ALMACENAMIENTO

Transporte en vehículos con plataforma cerrada. Estibación de sacos de manera entrelazada. Para estibación mecanizada usar ballets con 42 sacos (7 planchas de 6 sacos), y con envoltura plástica de seguridad. Arrumes altos, máximo 4 metros en bodegas cubiertas. No coloque los sacos directamente sobre pisos húmedos, use ballets. Evite golpear los sacos. Aísle las sustancias incompatibles.

8.CONTROL A LA EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingeniería:	Ventilación Mecánica, Encerramiento del proceso, Control las condiciones del proceso.
Equipos de Protección Personal	
Respiratoria:	Respirador, especificado por NIOSH.
Cutánea:	No es necesaria pero es preferible usar, overol, botas y guantes.
Ojos y Cara:	Gafas de Seguridad para Químicos.

9.PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Peso Molecular:	84,01
Punto de Fusión	Comienza a perder dióxido de carbono a 50C; 270C.
Punto de Ebullición	No hierve, se descompone.
Densidad Relativa:	2,159
Solubilidad en Agua	Moderada (8,7g/100 g solución; 9,6 g/100 g agua a 20C)
Solubilidad en otros Líquidos	Ligeramente soluble en etanol
pH	8,3 (solución 0,1 M a 25C)

10.REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	BICARBONATO DE SODIO	Ver. : 2
		Agosto 20 de 2009
		Página 4 de 6

Estabilidad:	Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento (temperatura ambiente, presión atmosférica, humedad relativa máxima de 70% y hermeticidad de empaques).
Incompatibilidades:	Reacciona violentamente con ácidos formando dióxido de carbono (CO ₂) el cual puede acumularse en espacios confinados. Es incompatible con pentóxido de fósforo, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, zinc, hidróxido de calcio, 2,4,6 – trinitrotolueno. Puede producir cenizas de soda en contacto con tierras calizas (CaO) y humedad.
Condiciones a evitar:	Humedad, altas temperaturas, fuego, ácidos y otros productos incompatibles.
Productos por descomposición peligrosa:	Puede descomponerse en óxidos de carbono a 109 °C y óxidos de sodio a 841 °C, sometido a temperaturas mayores a 93 °C forma carbonato de sodio

11.INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad Aguda:

Inhalación: CL50, rata, > 4,74 mg/l.

Oral: DL50, rata, > 4 mg/kg.

Dérmica: No hay datos.

Irritación:

- Conejo, irritante leve (piel).
- Conejo, irritante leve (ojos).

Sensibilización: No aplica.

Comentarios: Ningún.

Toxicidad crónica:

- Ningún efecto observado.
- In Vitro, ningún efecto mutagénico.
- Vía oral (cebadura), 10 días, especies variadas, 330 mg/kg, ningún efecto teratogénico.

Designación como carcinógeno: Ninguna

12.INFORMACION ECOLOGICA

Ecotoxicidad aguda:

- Crustáceos, Dafnia magna, CE50, 48 horas, 4100 mg/l.
- Crustáceos, Dafnis magna, NOEC, 48 horas, 3100 mg/l.
- Peces, Lepomis macrochirus, CL50, 96 horas, 7100 mg/l.
- Peces, Lepomis macrochirus, NOEC, 96 horas, 5200 mg/l.

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	BICARBONATO DE SODIO	Ver. : 2 Agosto 20 de 2009
		Página 5 de 6

- Peces, Oncorhynchus mykiss, CL50, 96 horas, 7700 mg/l.
- Peces, Oncorhynchus mykiss, NOEC, 96 horas, 2300 mg/l.

Ecotoxicidad crónica: No hay datos.

Movilidad:

- Agua: Movilidad y solubilidad considerables.
- Suelo/sedimentos: solubilidad y movilidad considerables.

Degradación:

Abiótica:

- Agua, hidrólisis. Equilibrio ácido/base como función del pH.
 - Productos de degradación: carbonato (pH>10)/bicarbonato (pH 6_10)/ácido carbónico/bióxido de carbono (pH<6).
 - Suelo_resultado: No aplica (compuesto inorgánico).
- Biótica: No aplica (compuesto inorgánico).

Potencial de bioacumulación: No aplica (compuesto inorgánico).

Otros efectos adversos /Comentarios: El producto no presenta peligros ambientales Significantes.

13.CONSIDERACIONES PARA DISPOSICION

Tratamiento de desechos: El Carbonato de sodio no se encuentra registrado como residuo peligroso bajo 40 CFR 261. Sin embargo, las regulaciones estatales y locales para el desecho de residuos pueden ser más restrictivas. El producto derramado debe eliminarse en una instalación de eliminación aprobada por la EPA (Environmental Protection Agency _ Agencia de Protección al Medio Ambiente de EE.UU.) conforme a las leyes y regulaciones ambientales correspondientes.

13.2 Tratamiento de empaque:

- Utilice los contenedores reservados al producto.
- Enjuague los contenedores vacíos y trate el efluente tal como los desechos.
- Consulte con los reglamentos federales, estatales y locales vigentes en cuanto a la disposición apropiada de los contenedores vacíos.

14.INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Clase Riesgo:	
Numero UN:	N.R.

15.INFORMACION REGULATORIA

	Hoja de Seguridad	FA 03 01
	BICARBONATO DE SODIO	<i>Ver. : 2</i> <i>Agosto 20 de 2009</i>
		<i>Página 6 de 6</i>

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.
2. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.

16.OTRA INFORMACION

Clasificación NFPA	
Salud:	1
Inflamabilidad:	0
Reactividad:	0
Peligros Especiales:	
Otros:	
Observaciones:	

La Información y recomendaciones que aparecen en esta hoja de seguridad de materiales so a nuestro entender enteramente confiables. Los Consumidores y clientes deberán realizar su propia investigación y verificación sobre el uso seguro de este material

Este documento es propiedad exclusiva de FUJIAN SHAN S.A.



Teléfono: 2297-4545 - Fax: 2297-4848
E-mail: servicioalcliente@esosacr.com

Cotización: COT123259

Fecha: 30/03/2017

Cliente: **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARII**
Atención: PROVEEDURIA
Teléfono: 2242-5000
Fax:
E-mail:
Vendedor: Stephanie Jiménez Barrantes

Validez Precios: UNA SEMANA
Entrega: A CONVENIR
Condición de Pago: Treinta días

Cantidad	Un.	Código	Descripción	Precio	Exento	Gravado
1.00	UNID/	02511	MSA - RESPIRADOR CARA COMPLETA ADVANTAGE 3200 TALLA MEDIANA (SIN CARTUCHOS)	¢ 68,000.00		¢ 68,000.00
1.00	UNID/	02508	MSA - CARTUCHO VAPORES ORGANICOS GMA ADVANTAGE (PAR)	¢ 4,200.00		¢ 4,200.00
1.00	UNID/	02510	MSA - FILTRO N95 PARA CARTUCHOS ADVANTAGE (PAQ 10 UND)	¢ 6,000.00		¢ 6,000.00
1.00	PAR	02527	MSA - RETENEDOR PARA FILTRO ADVANTAGE REUTILIZABLE (PAR)	¢ 1,200.00		¢ 1,200.00
1.00	UNID/	00547	KCP TRAJE A70 KLEENGUARD TALLA L	¢ 8,850.00		¢ 8,850.00
1.00	PAR	01277	GUANTE DE PVC LISO 14" PROCOAT 58-8040 CON EXTENSION DE VINIL	¢ 3,450.00		¢ 3,450.00

Cotización: COT123259

Fecha 30/03/2017

Cliente: **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARII**

Atención: PROVEEDURIA

Teléfono: 2242-5000

Fax:

E-mail:

Vendedor: Stephanie Jiménez Barrantes

Validez Precios: UNA SEMANA

Entrega: A CONVENIR

Condición de Pago: Treinta días

Cantidad	Un.	Código	Descripción	Precio	Exento	Gravado
1.00	PAR	00505	GUANTE NITRILO SATINADO RUBBEREX No 10 (15 milésimas) 	¢ 745.00		¢ 745.00
1.00	PAR	00501	GUANTE NITRILO LARGO PROTEK No 9 (18",22 mil) 	¢ 3,495.00		¢ 3,495.00
1.00	PAR	02441	BOTA PVC NEGRA LA MACHA HIGH No.42 	¢ 5,465.00		¢ 5,465.00
1.00	UNID/	00852	MSA 10098112 GAS FILTER 	¢ 15,255.00		¢ 15,255.00
1.00	PAR	01337	BOTA PVC NEGRA WORKMAN SAFETY No.40 	¢ 9,990.00		¢ 9,990.00

-- CANTIDADES SUJETAS A DISPONIBILIDAD DE INVENTARIOS AL MOMENTO DE LA COMPRA --

SubTotal Exento: 0.00

SubTotalGravado: 126,650.00

Descuento 1: 0.00 % ¢ 0.00

Impuesto Ventas ¢ 16,464.50

Total General: ¢ 143,114.50

CIENTO CUARENTA Y TRES MIL CIENTO CATORCE con 50/100

Hecho por: ISLA VILLALOBOS



Cartago, 23 de Marzo del 2017

COTIZACION N° TR054

Atención:

Ing. Eduardo Lezama

UEN de Investigación y Desarrollo

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Estimado Ing. Lezama,

Es de nuestro agrado presentarle la siguiente oferta de servicios para la Gestión Integral de tratamiento y disposición final de residuos de regeneración bajo esquema de recirculación para absorbente de Arsénico a base de TiO_2 .

CONDICIONES GENERALES

Descripción de servicio	Recolección y gestión - Recolección de los residuos a tratar en las plantas de tratamiento del AyA en Guanacaste y Los Chiles. - Transporte de los mismos a nuestra planta de tratamiento en Ochomogo de Cartago, en vehículo especial autorizado y en cumplimiento con el decreto N° 24715 MOPT-MEIC-S, Reglamento para el transporte terrestre de productos peligrosos. - Tratamiento de los residuos en planta, acondicionada y certificada para este fin. - Disposición final de los residuos, en cumplimiento con la Ley N° 8839, Ley de gestión integral de residuos. - Certificado de gestión
Condiciones de entrega	Libres a bordo. Los residuos deben ser entregados dentro del transporte proporcionado por Greco Chemical Industrial.
Términos de pago	Condiciones de pago: Crédito a 15 días contra factura entregada. Pagado en dólares de los Estados Unidos de América Acreedor: Greco Chemical Industrial S.A. Cédula Jurídica: 3-101-636088 Cuentas Banco Nacional de Costa Rica: Dólares : 200-02-070-000770-2, cuenta cliente: 151070 200200 07701

CONDICIONES ESPECIFICAS

Tipo de Residuo	residuo de regeneración bajo esquema de recirculación para absorbente de Arsénico a base de TiO_2
Cantidad para recolección	5300 L o 7700 L
Frecuencia	1 sola vez.
Condiciones de embalaje	Recolección del residuo en el sitio.

COSTO DEL SERVICIO

Costo total de la gestión	Costo por litro	\$0.80 + iv
	Transporte, tratamiento y disposición final para 5300 L	\$4,240.00 + iv
	Transporte, tratamiento y disposición final para 7700 L	\$6,160.00 + iv

Validez de la oferta: 30 días

Quedo a su disposición,

Atentamente.



Carlos Camacho Q.
Greco Chemical Industrial S.A.

