

**III ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN**

**GAIA
(GRUPO DE ACTIVIDADES
INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES)**

UTN – FRLR

2021



Calbo, Vicente

III Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión:
ECIDE 2021 / Vicente Calbo; María Cecilia Baldo; Compilación de María
Cecilia Baldo. - 1a ed. revisada. - La Rioja: Suyay, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-48010-4-3

1. Ciencias Tecnológicas. I. Baldo, María Cecilia. II. Título.

CDD 607.3

ISBN 978-987-48010-4-3



PRÓLOGO

El Encuentro de Comunicación en Investigación, Docencia y Extensión nace en 2017 como una iniciativa de los docentes de la Facultad Regional La Rioja. La idea era contar con un ámbito de participación y comunicación de resultados que concentrara la producción de la Facultad, para que toda la comunidad tuviera conocimiento de lo que se realiza en ella. El evento en general se realiza por disciplinas y atomizan en contenido y en el tiempo lo producido localmente. El Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA), organizó el encuentro en tres oportunidades, 2017, 2019 y 2021.

Nos encontramos así con la tercera edición del encuentro, al que se han sumado otras Facultades Regionales y Universidades locales, presentando también sus trabajos.

Los resúmenes y trabajos son sometidos a evaluación externa por doble ciego realizada por investigadores categorizados del Sistema SPU, Régimen de Incentivos, por lo que lo publicado cumple con estándares de aceptabilidad académica.

Muchos docentes de nuestra Facultad Regional han participado por primera vez en una jornada de C y T en estos eventos. Los asistentes a las carreras de Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental de nuestra sede han podido cumplir requisitos reglamentarios en las ECIDE.

Esperamos poder continuar esta actividad, con el compromiso de ampliar calidad, alcances y participación en sucesivas ediciones.

Dr. Vicente Calbo
Secretario de Ciencia Tecnología y Posgrado
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Rioja

TRATAMIENTO EFICAZ DE EFLUENTE LÍQUIDO INDUSTRIAL PARA SU REUTILIZACIÓN. ESTUDIO DE CASO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO GRÁFICO DE LA RIOJA

Molina Gómez, Mariana⁽¹⁾

⁽¹⁾ Tesista Maestría en Ingeniería Ambiental-UTN-FRLR

e-mail: molinagomezmariana@gmail.com

Resumen

En la ciudad de la Rioja, el agua es un recurso natural escaso y dentro del ciclo de vida de los productos fabricados en el parque industrial de esta ciudad, uno de los residuos generados en los procesos productivos es el efluente líquido en base acuosa.

Los contaminantes líquidos producto de las actividades industriales, en la mayoría de los casos, son vertidos a colectora cloacal u otros cuerpos receptores en la ciudad de la Rioja, siendo pocas industrias las que tratan estos efluentes antes de su vuelco, desconociendo posiblemente las características de estos. Si estos se vierten en el suelo, ponen en peligro de contaminación las napas principales del sistema acuífero, lo que podría ocasionar anomalías en las perforaciones que alimentan los barrios aledaños.

Por otra parte, la importancia del recurso hídrico subterráneo se hace evidente si se considera el clima árido que tiene la provincia y la ausencia de cursos de agua de considerable caudal que puedan satisfacer las demandas de agua potable, uso industrial y agropecuario.

Un tratamiento eficaz de las aguas residuales industriales puede ser una vía para su potencial reúso, principalmente para la Rioja y su problema de escasez.

Por lo expresado, se plantea la propuesta de un sistema para la recuperación del efluente industrial de una empresa del rubro gráfico ubicada en el Parque Industrial de La Rioja, con la finalidad de posibles aplicaciones, en lugar de su vuelco a colectora cloacal u otros cuerpos receptores.

Se espera que, con un efectivo tratamiento, el reciclaje y el reúso del agua en la industria gráfica, represente una oportunidad de conservar el recurso hídrico y proteger el ambiente, previniendo la contaminación de acuíferos y la degradación del suelo cuando la descarga se hace sobre terreno absorbente

Palabras claves: Efluente líquido industrial, Reúso, Industria gráfica

Introducción

El agua es un recurso hídrico necesario para el desarrollo económico de una comunidad y para las actividades diarias de los seres humanos, pero más allá de ser un derecho, es una responsabilidad con valor económico, social y ambiental. Las empresas como los habitantes de cada ciudad deben tomar conciencia que el agua dulce de calidad es un recurso natural cada vez más escaso tanto superficial como subterráneo (Madrinasd, 2006).

En octubre del 2017, el titular del Instituto Provincial del Agua La Rioja (IPALaR), llamo a la población a realizar un consumo y uso racional del agua, evitando el derroche, advirtiendo las consecuencias que podría ocasionar dado que el recurso es finito y el nivel de agua de las perforaciones va descendiendo por la sobre explotación de dichos pozos, ya que, al haber pocas lluvias, no hay recarga en los acuíferos (Diario El Independiente, 2017). El 23 de febrero del año 2018, se declaró la emergencia hídrica en todo el territorio de la provincia de la Rioja por el término de un año, sancionada bajo Ley N° 10039 por el Poder Legislativo Provincial.

De aquí surge la importancia de realizar un tratamiento a los efluentes líquidos industriales aplicando diversos métodos con la finalidad de devolver al medio el agua utilizada en los procesos industriales y que las mismas estén en condiciones óptimas a la hora de su descarga (Zaldumbide y Barrera, 2009).

En aguas residuales procedentes de la industria gráfica pueden contener compuestos tanto orgánicos como inorgánicos y muchos de esos compuestos son objeto de regulación especial debido a su toxicidad o su efecto sobre el ambiente.

Materiales y métodos

No se han encontrado antecedentes de la reutilización para riego de los efluentes líquidos industriales en la provincia de la Rioja. No obstante, para su aplicación en riego, se hace necesario no solo el tratamiento de este sino conocer además la calidad del efluente que se ha tratado y el cual se reusara.

La tinta que utiliza la empresa de estudio es una mezcla homogénea de materia colorante, resinas y aditivos y tiene como objetivo reproducir una imagen (márgenes, rayas y cuadros) sobre un soporte (papel) mediante un proceso de impresión.

El o los tratamientos a los que deba someterse los efluentes líquidos industriales generados en el proceso productivo, deben garantizar lo requerido por la legislación que regula el vertido del efluente o las condiciones mínimas para los casos de reutilización.

Los efluentes líquidos industriales pueden tratarse por medio de técnicas y procesos de gran variedad, entre los cuales se pueden mencionar los procedimientos biológicos, los físicos-químicos: coagulación, oxidación, sedimentación y filtración. La combinación de reactores aeróbicos y anaeróbicos pueden disminuir parámetros tales como la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y el color (Badajoz, 2007).

Para eliminar este material en suspensión, se suele utilizar procesos mecánicos, aunque para favorecer el proceso, en muchos casos se utilizan aditivos químicos con lo cual el tratamiento pasa a ser físico- químico (Madrimasd, 2006).

Cuando la materia en suspensión tiene partículas de tamaño muy pequeño (10-6 m – 10-9 m), la sedimentación se torna lenta, motivo por el cual un tratamiento mecánico solamente no es de utilidad en estos casos, debiendo utilizar reactivos químicos para eliminar la materia en suspensión.

Los coagulantes son productos químicos que aportan carga eléctrica inversa a la del coloide como pueden ser las sales de hierro o aluminio, junto con polielectrolitos orgánicos los cuales favorecerán la floculación (Madrimasd, 2006).

La materia disuelta puede tener diversas características como sales, materia orgánica biodegradable, metales pesados, etc., lo cual es necesario eliminar dado a que son componentes peligrosos para el ecosistema y el ser humano.

Badajoz (2007) indica que, aplicando polielectrolitos y sulfato de aluminio, se puede disminuir la DQO y los sólidos suspendidos. Utilizando carbón activado como adsorbente, también se logra reducir el color, aunque también existen alternativas menos costosas como lo son el uso de zeolitas y arcillas. A su vez, recomienda que, para evaluar el tratamiento del agua residual industrial con contenido de tintas flexográficas, se realicen pruebas en laboratorio utilizando Jar Test o prueba de jarras que permitan determinar la dosis de los reactivos que se van a utilizar para tratar el efluente líquido.

Mediante el tratamiento de desinfección, se procede a la destrucción o inactivación de microorganismos causantes de enfermedades a los seres humanos. Desinfectar el agua es necesario cuando la finalidad de esta es para consumo humano. En el caso de las industrias, llevar a cabo este proceso será útil si se pretende reutilizar el agua. Lo más utilizado para la desinfección del agua es el cloro (Madrimasd, 2006).

Para interpretar la calidad de agua para riego se usarán parámetros fisicoquímicos que evalúen el posible riesgo de deterioro del suelo y la afectación que pueda tener sobre la vegetación. Dentro de los parámetros químicos se analizará: conductividad eléctrica (CE), relación de adsorción de sodio (RAS), aniones (bicarbonatos, sulfatos y cloruros) y cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) para saber que sal es la dominante en el agua analizada, pH, metales pesados, DQO y DBO. En cuanto a los parámetros físicos, el análisis se llevará a cabo en parámetros como: color, sólidos sedimentables y temperatura (Heredia, 2006).

Como primera medida, se analizará el agua de la perforación usada para el lavado de los tinteros, a fin de tener una línea base de esta y evaluar su aptitud. Posterior a ello, se analizarán muestras del efluente crudo, para determinar las condiciones de ingreso a la planta de tratamiento, y poder establecer el tratamiento a realizarse.

Resultados y Discusión

Se realizaron análisis fisicoquímicos del agua de perforación que se encuentra dentro del predio donde se ubica el establecimiento en estudio y la cual es usada

para el lavado de tinteros y del efluente líquido crudo donde se efectuó una comparación entre los mismos pudiendo verificar que el agua de perforación contiene una alta conductividad eléctrica (indicador de salinidad). Por otra parte, en el efluente crudo no solo hubo un aumento en la conductividad eléctrica sino que la concentración de calcio y magnesio decreció en relación al sodio y que el índice RAS es mayor, provocando la alcalinización y aumento del pH, y por consiguiente, el aumento de los bicarbonatos, cuya presencia puede acelerar la sodificación del suelo (Tabla 10).

En la determinación de la Relación de adsorción de sodio (RAS), se observó que la peligrosidad sódica era baja, de acuerdo con la clasificación del Laboratorio de salinidad de RIVERSIDE de Estados Unidos (Tabla 11). En 1987, la FAO demostró que el índice RAS se encontraba sobrestimado por lo que propuso calcular la Relación de adsorción de sodio corregido (RAS^o), haciendo una corrección al valor del calcio (Ca^o) introducido en la fórmula. Se realizó el cálculo para determinar el valor del RAS corregido, el cual arrojó un valor de 6.81 para el agua de perforación (mediana peligrosidad sódica) y 9.94 para el efluente crudo (Alta peligrosidad sódica) (Tabla 12)

Tabla 10: Comparativo análisis fisicoquímico del agua de perforación y el efluente crudo

PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD	AGUA DE PERFORACIÓN	EFLUENTE CRUDO
Dureza	mg/l	641	ND
Color verdadero	U.C. a pH original	1	>100
Conductividad	µS/cm	2730	3130
pH	U pH	7.8	8.2
Fluoruros	ml/l	0.8	ND
Sólidos disueltos totales	ml/l	1747	ND
Temperatura	°C	19.9	19.9
RAS	5.7	7.22
RAS ^o	6.81	9.94
Nitratos	mg/l	29	191
Cloruros	mg/l	594	774
Calcio *	meg/l	11.07	9.48
Magnesio *	meg/l	8.41	7.26
Potasio	mg/l	33.37	54.51
Sodio *	meg/l	17.8	20.89
Sulfatos	mg/l	280	490
Bicarbonatos	meg/l	2.94	15.24

Nota: (*) Se realizó conversión de mg/l a meg/l

ND= No Determinado

Tabla 11: Clasificación de la peligrosidad de sodificación del suelo por agua de riego. Adaptado de Riverside, EE. UU.

CLASIFICACION DE PELIGROSIDAD DE SODIFICACION DEL SUELO POR EL AGUA DE RIEGO (RIVERSIDE)			
CLASES	PELIGRO DE SODIFICACION	RAS	RESTRICCIONES DE USO
S1	Baja peligrosidad sódica	0 a 10	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	10 a 18	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	18 a 26	Apta con precauciones
S4	Muy Alta peligrosidad sódica	> 26	No Apta

Fuente: Laboratorio de salinidad de RIVERSIDE EEUU

Tabla 12: Clasificación de la peligrosidad de sodificación del suelo por agua de riego. Adaptado de la FAO

CLASIFICACION DE PELIGROSIDAD DE SODIFICACION DEL SUELO POR EL AGUA DE RIEGO (FAO)			
CLASES	PELIGRO DE SODIFICACION	RAS	RESTRICCIONES DE USO
S1	Baja peligrosidad sódica	< 3	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	3 a 9	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	> 9	No Apta

Fuente: Ayers y Westcot, FAO, revisión 1987

Conclusiones

El reciclaje y el reúso del agua en la industria representan una oportunidad de conservar el recurso hídrico y proteger el ambiente.

El tratamiento apropiado de las aguas residuales industriales juega un papel importante en la provincia de la Rioja, previniendo la contaminación de acuíferos cuando la descarga se hace sobre terreno absorbente y proporcionando un uso y manejo sustentable del recurso hídrico. El no tratamiento del efluente líquido industrial conlleva a otros problemas no menores como puede ser la salinización de los suelos o procesos de desertificación (AIDIS, 2016).

En base a los resultados obtenidos y tomando en cuenta los criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de aguas empleadas para riego según la conductividad eléctrica propuestos por Richards (1954) para el laboratorio de Salinidad de RIVERSIDE (E.E.U.U.), el peligro de salinización es alto (apta con precauciones), por lo cual la si se aplica la técnica de coagulación-floculación y el uso de adsorbentes como el carbón activado, la determinación óptima de los productos químicos a dosificar en el tratamiento del efluente crudo, debe ser cuidadosa, ya que de ello depende el resultado del proceso del tratamiento para regar y no perturbar la calidad de otros recursos naturales como el suelo.

La norma Riverside resulta inapropiada para valorar el grado de sodificación, a partir del RAS. De todos modos, se reconoce la validez de esta con el fin de identificar las clases de aptitud de las aguas, dado que es sencilla y su uso es generalizado.

El método de la FAO clasifica la calidad de las aguas para riego definiendo grados de restricción al uso con mayor tolerancia respecto de la salinidad y al tener en cuenta la relación entre la Conductividad Eléctrica (CE) y la Relación de adsorción de sodio corregido (RAS⁰) para evaluar la sodicidad, donde amplía los rangos de tolerancia para aguas que contengan valores altos de ambos indicadores.

Bibliografía

- AIDIS. (2016). Uso seguro del agua para reúso (pp. 17-18). Recuperado de: http://www.aidis.org.br/PDF/AIDIS-Uso_seguro_del_agua_26_sep.pdf
- Ayers, R. S. & Westcot, D. W., (1985). Water quality for agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Badajoz, P. S. (2007). Estudio de un efluente industrial con tintas. Ingeniería química, (445), 120-127.
- Diario El Independiente. (2017). Advierten escasez de agua si no se controla el consumo. <http://www.elindependiente.com.ar/edicionpapel/pagina.php?id=155439>
- Heredia O.S. 2006. El agua de riego: criterios de interpretación. Efectos sobre el suelo y la producción. En Agua subterránea: explotación y su utilización agropecuaria. EFA, FAUBA: 75-99. ISBN 950-29-0910-0 Recuperado de: https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/agua_riego_criterios_interpretacion.pdf
- Ley N° 10039. Recursos hídricos. Provincia de La Rioja. Emergencia Hídrica. Declaración. B.O. 23/02/2018. La Rioja, Argentina.
- Madrimasd. (2006). tratamientos avanzados de aguas residuales industriales (p. 7, 15, 20-28). Madrid. https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and álcali soils. USDA Agricultural Handbook 60, 160p. 172 pp.
- Salinity and Agriculture. USSS-USDA. 1996. -Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>
- Zaldumbide Ortiz, F., & Barrera Díaz, C. (2009). Remoción de Color en Aguas Contaminadas con tintas, pretratado electroquímicamente mediante Ozono en medio alcalino. Quivera. Revista de Estudios Territoriales, 11 (1), pag.3. . Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40113194005>. ISSN 1405-8626