CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

Cuarto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM

Fourth CRHIAM Student and Postdoctoral Researcher Meeting

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
Gobierno de Chile

Cuarto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM

Universidad de Concepción, Campus Concepción

17 y 24 de mayo de 2022

Este libro fue editado en CRHIAM por Felipe Barriga, Sujey Hormazábal y Gladys Vidal

Mayo 2022

ANID/FONDAP/15130015

Universidad de Concepción

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
Gobierno de Chile

Contenidos

Presentación..... 5

Preface..... 6

Prólogo 7

Prologue 8

Programa general 9

Resúmenes orales 10

Efecto del hexametafosfato de sodio en la sedimentación de colas conformadas por los filosilicatos caolinita y muscovita en agua de mar..... 11

Análisis del ascenso y deformación de una burbuja en diversos medios reológicos mediante software de simulación Ansys..... 12

Evaluación de la variabilidad espacio temporal futura de una cuenca con múltiples estresores antropogénicos: La cuenca costera del Andalién como caso de estudio..... 13

Influencia del cambio de uso/cobertura del suelo y clima sobre el balance hídrico: una aproximación a los efectos individuales y combinados..... 14

Factores minero - geológicos en las macrozonas Norte y Centro de Chile relacionados al consumo de agua en el procesamiento de minerales de cobre..... 15

Comparación de la demanda de agua real y estimada de avellanos europeos mediante sensores remotos..... 16

Estudio del efecto de una poliacrilamida de mediana anionicidad sobre la flotación de calcopirita en agua convencional..... 17

Estudio del impacto de poliacrilamida sobre la flotabilidad de mineral de enargita..... 18

Efecto de las poliacrilamidas aniónicas en la flotación de calcopirita en agua de mar..... 19

Estudio del impacto de poliarilamidas aniónicas en la flotabilidad de bornita..... 20

Estudio del efecto de las propiedades reológicas en la clasificación de partículas mediante hidrociclón..... 21

Evaluación técnico social de la reutilización de riles mineros como agua de riego en la región de Antofagasta..... 22

Análisis comparativo de la distribución de aire al interior de una columna de flotación en medios de diferente comportamiento reológico utilizando el software de simulación Ansys Fluent..... 23

¿Desaladora comunitaria como justicia hídrica? Proceso participativo para la instalación y eventual legitimación social de una planta desaladora comunitaria en Caleta Chome, comuna de Hualpén..... 24

Diseño, construcción y prueba de un sistema de lecho fluidizado para separación de partículas minerales por tamaño en fase densa seca..... 25

Determinación de tiempos de coalescencia de burbujas en un sistema dinámico de burbujeo mediante técnicas computacionales de procesamiento de imágenes..... 26

Estudio de parámetros que influyen en la estabilidad de interfases fluidas: caso de estudio comportamiento de espumantes en flotación con aguas salinas..... 27

Estudio del comportamiento de burbujas en soluciones acuosas de MIBC y NaCl mediante análisis de imágenes de un sistema dinámico de burbujeo en columna de pared delgada..... 28

Contenidos

Mecanismo de solvatación y protonación de la superficie del plano 110 del mineral espodumeno mediante métodos QM en condiciones de agua de mar..... 29

Análisis comparativo de dos cuerpos de agua con diferentes usos de suelo..... 30

Evaluación de la toxicidad crónica del sector medio del rio Itata en organismos bioindicadores Daphnia manga mediante técnicas de fraccionamiento..... 31

Análisis de riesgo de abastecimiento de agua potable con pozos en tres ciudades de Chile..... 32

Retención de biomasa como herramienta para mejorar el tratamiento de aguas residuales rurales con microalgas-bacterias en reactores tipo raceway..... 33

Efecto de la retención de sólidos en un reactor HRAP para el tratamiento de aguas residuales: análisis basado en simulación..... 34

Evaluación de la configuración y parámetros de operación sobre la reducción de genes de resistencia a antibióticos en humedales construidos para tratar aguas servidas..... 35

Identificación y caracterización de bacterias tolerantes a la tetraciclina..... 36

Recopilación de información de biosurfactantes en la protección de los recursos hídricos..... 37

Degenerating triangular convection-diffusion systems modelling froth flotation..... 38

Identificación y caracterización de hongos tolerantes a plaguicidas comerciales extraídos desde un sistema de biopurificación..... 39

Evaluación técnico-económica de una planta de tratamiento de aguas servidas para comunidades pequeñas utilizando consorcios de microalgas y bacterias..... 40

Caracterización del proceso de precipitación de calcita inducida por microorganismos aplicado a la biocementación de relaves mineros..... 41

Evaluación de biosurfactantes producidos por bacterias aisladas desde un sistema de biopurificación en la degradación de plaguicidas para la protección del recurso hídrico..... 42

Un modelo de sedimentación reactiva con frontera variable en el tratamiento de aguas residuales..... 43

Aceptación social de la reutilización de aguas grises de la población adulta de las comunas de Ovalle y Chiguayante… 44

Evaluation of a model of reactive settling of activated sludge in a tank with varying cross-sectional area..... 45

Agroextractivismos y sus impactos socioambientales para la justicia hídrica en la cuenca del río Rapel, Chile..... 46

Alianza de Saberes: Prácticas tradicionales como estrategias de adaptación en tiempos de Cambio Global..... 47

Análisis de la concentración de cloruros en el agua potable de Coronel, Región del Bío Bío..... 48

Diseño y modelación de sistemas de drenaje para vegas magallánicas..... 49

Análisis del estado de humedales andinos cercanos a las faenas de la minería de litio y percepción de las comunidades, salar de Atacama..... 50

Aporte hídrico del canal Pencahue en la agricultura del Valle de Pencahue..... 51

Factores que determinan la disponibilidad de agua para consumo humano en la cuenca hidrográfica del Lago Lanalhue, Provincia de Arauco..... 52

Análisis de la influencia de los usos de suelo en la calidad de agua de la cuenca del río Biobío..... 53

Presentación

El Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería comienza su ejecución el año 2014, en el marco del quinto concurso del Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (FONDAP) de ANID. Este Centro es liderado por la Universidad de Concepción en asociación con la Universidad de La Frontera y la Universidad del Desarrollo.

El Centro se enfoca en la búsqueda de soluciones a diferentes problemas asociados a la gestión de recursos hídricos en la agricultura, minería y comunidades. Durante esta etapa de ejecución, se ha puesto el concepto de Seguridad Hídrica como directriz para llevar a cabo todos los trabajos desarrollados por sus diferentes investigadores, colaboradores y estudiantes. Lo anterior ha sido abordado mediante la promoción de investigación científica de clase mundial, formación de recursos humanos especializados en recursos hídricos, desarrollo de redes nacionales e internacionales con los sectores públicos y privados y contribuciones a una mejor gestión del agua a través de la comunicación y aporte a las políticas públicas.

En tanto, la formación de recursos humanos se ha logrado mediante el acompañamiento en tesis de pregrado y, especialmente, a nivel de postgrado sumado a investigaciones a nivel de postdoctorado, generando masa crítica que apoye el desarrollo de capacidad en recursos hídricos.

En relación a lo anterior y en el marco de la ejecución del noveno año de CRHIAM, este 2022 el Centro se enorgullece de haber llevado a cabo el IV Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM, el cual ha sido realizado por tercera vez de manera online debido a la situación sanitaria actual.

El objetivo de este Encuentro es potenciar la integración entre estudiantes e investigadores del Centro, demostrando la interdisciplina a raíz del trabajo colaborativo en las 5 líneas de investigación del CRHIAM. También pretende contribuir a generar un espacio de intercambio de conocimiento para impulsar la investigación y posible transferencia de ésta. Cabe destacar que en él participan estudiantes de pregrado, magíster, doctorado e investigadores postdoctorales que trabajan en temáticas relevantes para mejorar la gestión de los recursos hídricos en el marco de la sustentabilidad.

En esta cuarta versión, se han presentado 30 trabajos de pregrado, 2 trabajos de magíster, 6 a nivel de doctorado y 5 trabajos de postdoctorado, con los cuales CRHIAM se enorgullece y agradece a todos los estudiantes e investigadores por sus excelentes trabajos realizados y presentaciones expuestas. El Centro les desea éxito en su futuro, y esperamos que esta instancia haya sido provechosa para su formación profesional y conocimiento.

Dirección CRHIAM

Preface

The Center for Water Resources for Agriculture and Mining begins its execution in 2014, within the framework of the fifth contest of the Financing Fund for Research Centers in Priority Areas (FONDAP) of ANID. This Center is led by the University of Concepción in association with the University of La Frontera and the University of Development.

The Center focuses on finding solutions to different problems associated with the management of water resources in agriculture, mining and communities. During this stage of execution, the concept of Water Security has been set as a guideline to carry out all the work carried out by its different researchers, collaborators and students. This has been addressed through the promotion of world-class scientific research, training of human resources specialized in water resources, development of national and international networks with the public and private sectors, and contributions to better water management through communication.

Meanwhile, the training of human resources has been achieved through the support of undergraduate theses and, especially, at the postgraduate and postdoctoral level, generating a critical mass that supports the development of capacity in water resources.

In relation to the above and within the framework of the execution of the ninth year of CRHIAM, this 2022 the Center is proud to have carried out the IV Meeting of CRHIAM Postdoctoral Students and Researchers, which has been held for the third time online due to the current health situation.

The objective of this Meeting is to promote the integration between students and researchers of the Center, demonstrating interdisciplinarity as a result of collaborative work in the 5 CRHIAM research lines. It also aims to contribute to generating a space for the exchange of knowledge to promote research and its possible transfer. It should be noted that undergraduate, master's, doctoral students and postdoctoral researchers who work on relevant issues to improve the management of water resources within the framework of sustainability participate in it.

In this fourth version, 30 undergraduate works, 2 master works, 6 at doctoral level and 5 postdoctoral works have been presented, with which CRHIAM is proud and thanks all students and researchers for their excellent work and presentations. The Center wishes you success in your future, and we hope that this instance has been beneficial for your professional training and knowledge.

Head of CRHIAM

Prólogo

El Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales surge como una instancia donde se da a conocer la interdisciplinaridad del CRHIAM, mediante la presentación de los trabajos llevados a cabo por estudiantes de pregrado, magíster, doctorado e investigadores postdoctorales que realizan investigación referente a recursos hídricos en temas afines con una o más de las 5 líneas de investigación abordadas por el Centro.

Ante la situación actual sanitaria, la cuarta versión de este Encuentro se realizó por tercera vez de manera online a través de la Plataforma de Videoconferencias Zoom. Este Encuentro se desarrolló en dos jornadas, los días 17 y 24 de mayo, donde se contó con la exposición de 41 participantes y en la convocatoria se recibieron 43.

Todos los trabajos presentados están relacionados al agua, tal como: su uso, disponibilidad y gestión en áreas como la minería, agricultura y comunidades. De esta manera el Centro aporta al desarrollo del conocimiento para lograr seguridad hídrica para los ecosistemas, comunidades y sectores productivos mediante evidencia científica generada a través de trabajos de investigación de alto nivel.

En estas dos jornadas participaron colaboradores y personal del equipo de operaciones de CRHIAM, quienes oficiaron como evaluadores de los diversos trabajos presentados. En esta versión, los evaluadores fueron: Camilo Souto, Gloria Gómez, Andrés Ramírez, Jorge Saavedra, María Fernanda Saavedra, Roberto Rozas, Denisse Álvarez, María Belén Bascur y Constanza Bello.

Aquellas investigaciones destacadas fueron premiadas, recayendo éstas en: Rodrigo Yepsen, Natalia Julio, Héctor Zúñiga, Naomi Monsálves, Javier Zárate, Camilo Solar, César Llafquén y Constanza Alveal.

El presente libro, recopila toda la evidencia científica presentada en este Encuentro y busca contribuir a la difusión del conocimiento relacionado al cuidado y gestión del recurso hídrico. En él encontrarán los resúmenes y *graphical abstract* de cada uno de los trabajos que fueron recepcionados en la convocatoria para el “Cuarto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM”.

Dr. Roberto Urrutia

Área de responsabilidad de relación con los estudiantes de CRHIAM

Prologue

The CRHIAM Postdoctoral Students and Researchers Encounter arises to generate an instance in which undergraduate, master's, doctoral students and postdoctoral researchers can share the research carried out during their stay at the Center and disseminate the main findings obtained, in order to generate mass critical regarding developments related to water resources and promoting integration between students and researchers at CRHIAM.

Given the current health situation, the fourth version of this Meeting was held for the third time online through the Zoom Videoconferencing Platform. This Meeting was held in two days, on May 17 and 24, where there was an exhibition of 41 participants and in the call 43 works were received.

The research presented in these two sessions is framed in the five lines of research of CRHIAM, having a wide variety of topics related to water, such as: its use, availability and management in areas such as mining, agriculture and communities.

Collaborators and operations group staff of CRHIAM participated in these two sessions, who served as evaluators of the various papers presented. In this version, the evaluators were: Camilo Souto, Gloria Gómez, Andrés Ramírez, Jorge Saavedra, María Fernanda Saavedra, Roberto Rozas, Denisse Álvarez, María Belén Bascur y Constanza Bello.

Those outstanding investigations were awarded, and the winners were: Rodrigo Yepsen, Natalia Julio, Héctor Zúñiga, Naomi Monsálves, Javier Zárate, Camilo Solar, César Llafquén y Constanza Alveal.

This book collects all the scientific evidence presented at this Meeting and seeks to contribute to the dissemination of knowledge related to the care and management of water resources. In it you will find the summaries and graphical abstract of each one of the works that were received in the call for the “Fourth Meeting of Students and Postdoctoral Researchers CRHIAM“.

Dr. Roberto Urrutia

CRHIAM Student Affairs Area of Responsibility

Programa General

Tercer Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM – Parte 1
Fecha: 17 de mayo 2022
Medio: Plataforma de Videoconferencias Zoom.

Horario	Actividades
14:00 – 14:10	**Palabras de bienvenida** (Dra. Gladys Vidal y Dr. Roberto Urrutia)
14:10 – 17:40	**Presentaciones orales**
17:50 – 18:00	**Mesa redonda/ finalización** (Dr. Roberto Urrutia)

Tercer Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM – Parte 2
Fecha: 24 mayo 2022
Medio: Plataforma de Videoconferencias Zoom.

Horario	Actividades
14:00 – 14:10	**Palabras de bienvenida** (Dr. Roberto Urrutia)
14:10 – 17:30	**Presentaciones orales**
17:40 – 18:00	**Mesa redonda/ finalización** (Dra. Gladys Vidal)

CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

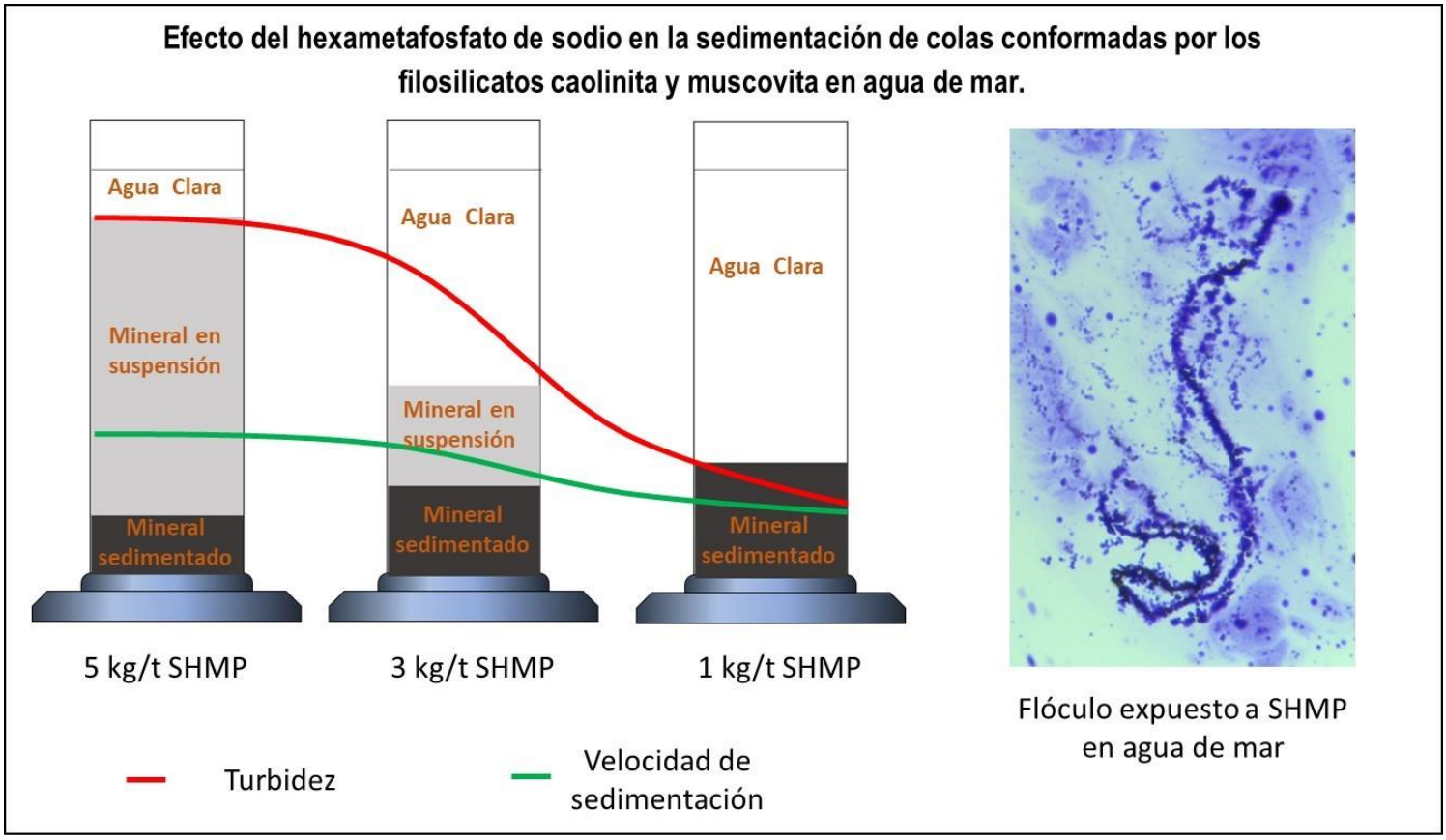
Resúmenes Orales

Efecto del hexametafosfato de sodio en la sedimentación de colas conformadas por los filosilicatos caolinita y muscovita en agua de mar

Autores: Rodrigo Yepsen , Leopoldo Gutiérrez y Pedro Toledo

Resumen: Los yacimientos chilenos explotados durante larga data, han mostrado una diversificación mineralogía, con la aparición de filosilicatos de diversas características. Tal es el caso de la caolinita y la muscovita, que tienen efectos adversos en los procesos de concentración de minerales y recuperación de agua. En la actualidad un problema relevante en la minería chilena es la escasez de agua fresca, lo que ha impulsado la búsqueda de fuentes alternativas, donde el agua de mar ha resultado ser la más atractiva. El uso de dispersantes ha resultado apto para concentrar minerales de naturaleza hidrofóbica debido a que electrolitos como el cloruro de sodio mejora la flotabilidad, además, algunas de las sales presentes en el agua de mar inhiben la coalescencia de las burbujas e incrementan el hold-up de gas en el sistema de flotación. Por otra parte, la presencia de iones como el calcio y magnesio afectan la superficie de los minerales a través de la adsorción de hidroxi-complejos, que puede conducir a la depresión de los minerales de interés en el proceso de la flotación. La presencia de los filosilicatos asociado a la complejidad del uso de agua de mar en el procesamiento de minerales trae innumerables problemas al proceso de flotación y al proceso de recuperación de agua desde las colas de flotación. En este estudio se evaluó el efecto de los dispersantes en la sedimentación de colas y como este reactivo tiene efectos diferentes sobre los distintos silicatos. Los dispersantes como el hexametafosfato de sodio se utilizan ampliamente para modificar las interacciones coloidales. tienen la capacidad de disminuir la viscosidad de una suspensión, mediante el aumento de fuerzas de repulsión entre partículas mejorando la flotabilidad del mineral y evitando la agregación de las partículas. Los resultados mostraron que, la incorporación de hexametafosfato de sodio aumenta levemente la velocidad de sedimentación de manera selectiva en función de las características superficiales de cada mineral, siendo las colas conformadas por caolinita y cuarzo las más favorecidas. Asociado al efecto en la velocidad de sedimentación, el hexametafosfato de sodio aumenta la turbidez del proceso de sedimentación siendo mayoritario este efecto en el cuarzo. Finalmente, el hexametafosfato de sodio disminuye la viscosidad intrínseca del floculante cuando el proceso de sedimentación es realizado en agua de mar.

Resumen Gráfico



Análisis del ascenso y deformación de una burbuja en diversos medios reológicos mediante software de simulación Ansys

Autores: Pablo Peñaloza, Leopoldo Gutiérrez y Andrés Ramírez

Resumen: El proceso de flotación es de suma importancia para la industria minera. El propósito de este proceso es obtener concentrados de variados minerales de interés por medio de la colección de partículas sólidas en la superficie de una burbuja de gas ascendiendo por un medio que presenta propiedades reológicas variables. Por lo tanto, en la búsqueda de mejorar el entendimiento del proceso descrito, el presente estudio se enfoca en el análisis del comportamiento, trayectoria y deformación de una fase gaseosa que asciende en un medio continuo, el cual posee distintas propiedades reológicas. Lo anterior se investigó a través del software Ansys Fluent, programa comúnmente utilizado en la industria para realizar modelaciones computacionales. El trabajo se divide en tres etapas, realizando las dos últimas etapas de manera simultánea. La primera etapa se basa en un ajuste de los parámetros de estudio, la segunda etapa cuenta con modelaciones computacionales en dos dimensiones de la situación a evaluar y la tercera etapa trata principalmente en la validación experimental de las simulaciones obtenidas. Para variar la reología de las soluciones, se utilizó sacarosa en distintas concentraciones obteniendo los parámetros fluidodinámicos utilizados en la totalidad del trabajo, junto con la concentración óptima del espumante MIBC, considerada a partir del punto donde no se presenta variación de tamaño de burbuja independiente del medio. A partir de las simulaciones y los registros obtenidos experimentalmente, se evaluó el ascenso de cada burbuja liberada en intervalos de 0.044 s, para así obtener una velocidad de ascenso aproximada junto con la trayectoria de cada una. Se determinó que la primera burbuja presenta diferente comportamiento al resto de las burbujas liberadas debido a la necesidad de romper el estado inercial del medio. Por otro lado, la velocidad de ascenso simulada no entregó resultados satisfactorios respecto a la validación debido a la falta de una componente Z en el plano cartesiano, junto con la inexistencia de gradientes de concentraciones en el medio. Sin embargo, tanto el diámetro, la trayectoria y la deformación de la burbuja liberada coinciden para los casos estudiados, siendo el último respaldado por estudios a partir de números adimensionales. En conclusión, las modelaciones numéricas elaboradas satisfacen exitosamente el ascenso de una burbuja en diversas soluciones, pudiendo esta tener una mayor precisión si se hubieran realizado en un plano tridimensional.

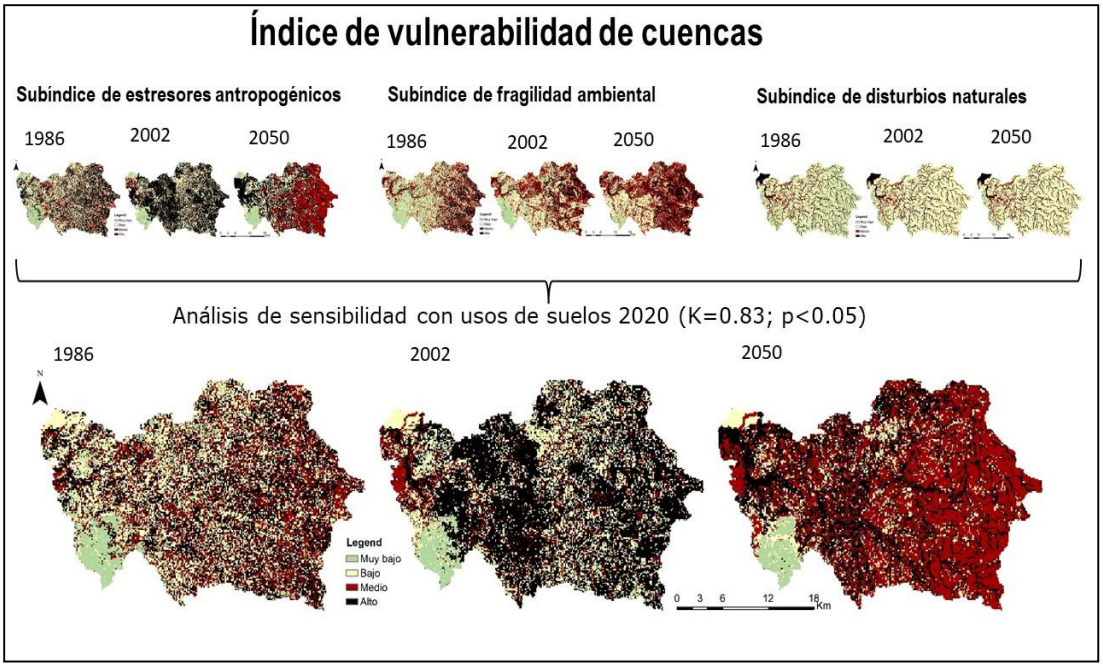
Resumen Gráfico

Evaluación de la variabilidad espacio temporal futura de una cuenca con múltiples estresores antropogénicos: La cuenca costera del Andalién como caso de estudio

Autores: Loretto Arriagada, Diego Rivera, Juan Munizaga, Ignacio Vega y Roberto Ponce

Resumen: El objetivo de la siguiente investigación es evaluar la variabilidad espacio temporal de la vulnerabilidad de una cuenca al 2050 bajo un escenario tendencial de estresores antrópicos (plantaciones forestales y urbanización). Los resultados evidencian un cambio creciente en la vulnerabilidad media y alta del subíndice de estresores antropogénicos entre el año 1986 al 2050 con una tasa de 16,1 ha/año. Esta tendencia se debe principalmente al aumento significativo de las superficies productivas y población, las cuales incrementaron de 37,2 a 62,3%. Estos resultados coinciden con los reportes de Gupa and Sharma, et al., (2020), quienes indicaron que el aumento de las intervenciones antropogénicas perturba gravemente la cobertura vegetal y por ende la integridad de la biodiversidad. Respecto a la fragilidad ambiental, aumento de 17,9 a 22,5% entre los años 1986 al 2050 con una tasa de 57,8 ha/año. El subíndice de fragilidad ambiental presentó patrones espaciales diferenciados: en 1986 predominó en la zona superior e inferior, la fragilidad alta (17,9%) y media (27,7%) respectivamente. Mientras que para el año 2002, aumento la fragilidad baja (32,6%) y media (18,4%) asociadas a la zona inferior de la cuenca. Para el 2050, el patrón de distribución cambia, observándose un aumento de la fragilidad ambiental media 43,2% en la sección alta y la zona inferior de la cuenca. En general, la distribución de la fragilidad baja para los años de estudio persiste en la Reserva Nacional Nonguén y el sistema de humedal Rocuant-Andalién, ambos caracterizados por su alto endemismo, biodiversidad y servicios ecosistémicos. En cuanto al subíndice de disturbios naturales, predominó la vulnerabilidad baja para el periodo de estudio con un 46,8, 67,6, 68,5% distribuido en las zonas medias y altas de la cuenca. Aunque la vulnerabilidad alta frente a disturbios naturales fue 11,6, 11,7 y 12,3% con una tasa de 8,6 ha/año, agrupada en la zona inferior de la cuenca, en donde la población urbana alcanza a 163.988 habitantes (Martinez-Retureta et al., 2019). Dentro del subíndice, los incendios forestales presentaron mayor incidencia en la vulnerabilidad, durante los años 1986, 2002 y 2050 se observó un 58,7% de vulnerabilidad alta, 55,8 y 57,5% de vulnerabilidad media, respectivamente, distribuido principalmente en las zonas altas y medias de la cuenca. Respecto a la vulnerabilidad de la cuenca, entre el año 1986 y 2002 aumento de 33,1 a 58,3%. Para el año 2050 disminuyó a un 34,2%, con una tasa de 13,3 ha/año entre 1986 y 2050. Para el año 2050, los resultados muestran un cambio en la distribución de la vulnerabilidad, aumentando la vulnerabilidad media de un 10,9 a un 49,7%. Al evaluar las diferencias espaciotemporales en el índice, la prueba de autocorrelación espacial global indicó que la fragilidad ambiental durante los años 1986, 2002 y 2050 es vulnerable a los múltiples forzantes (0,50, 0,55, 0,55; $p<0,05$). Al evaluar la precisión del modelo de vulnerabilidad de cuenca, el coeficiente de concordancia de Kappa indicó que existe un alto grado de precisión en la clasificación ($K=0,83$; $p<0,05$). Estos resultan muestran una aproximación del efecto acumulado de múltiples forzantes sobre la fragilidad y vulnerabilidad de una cuenca, proporcionando una base científica para futuras estrategias de gestión, conservación y restauración de la cuenca, además permiten optimizar la selección de zonas o rangos de acuerdo con la vulnerabilidad.

Resumen Gráfico

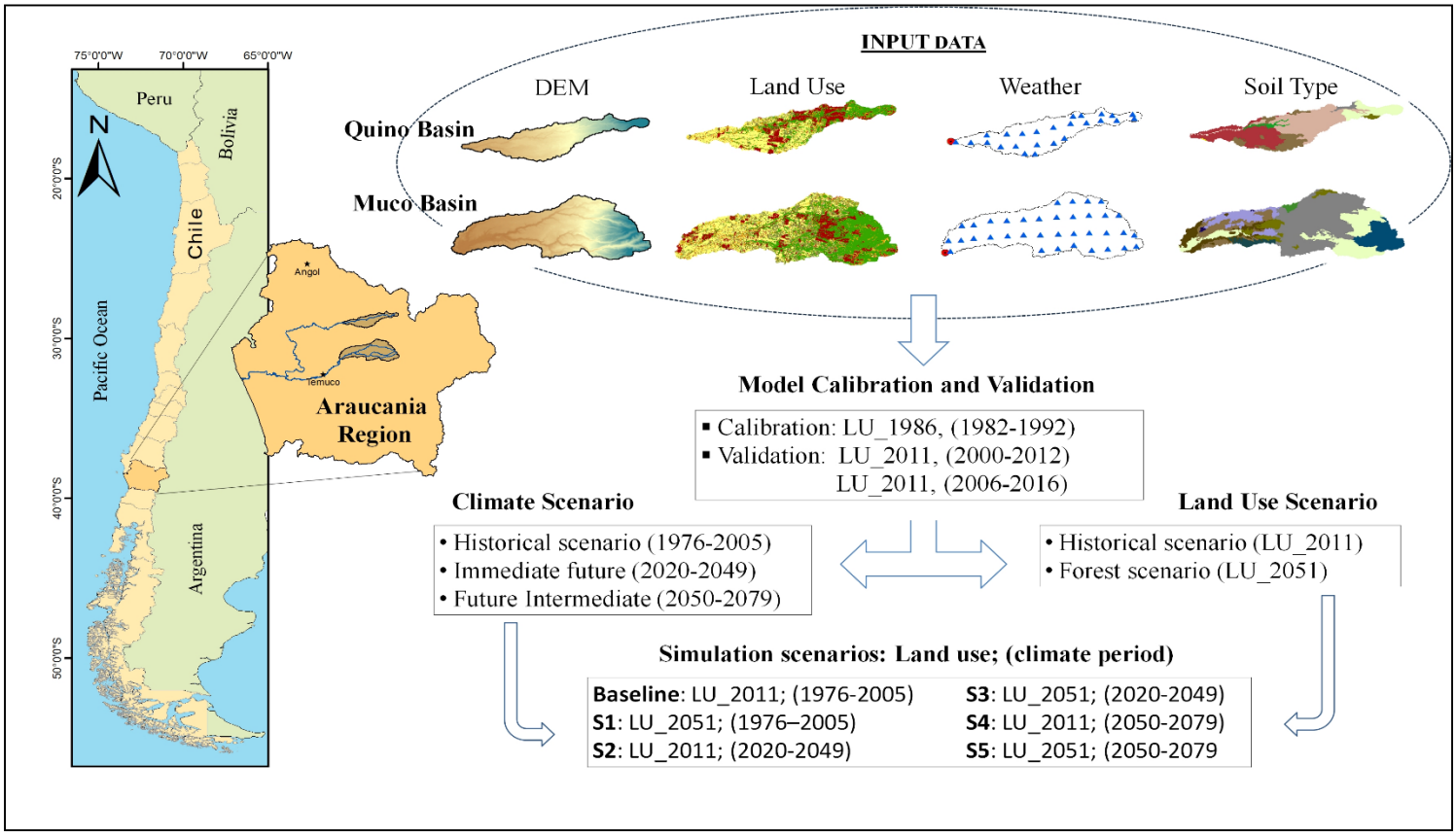


Influencia del cambio de uso/cobertura del suelo y clima sobre el balance hídrico: una aproximación a los efectos individuales y combinados

Autores: Rebeca Martínez-Retureta, Mauricio Aguayo, Norberto Abreu, Cristian Echeverría, Octavio Lagos, Lien Rodríguez-López, Iongel Durán-Llacer, Roberto Urrutia y Ricardo Barra

Resumen: El cambio del uso/cobertura del suelo (LUCC) y el cambio climático (CC) afectan la disponibilidad de los recursos hídricos al alterar la magnitud de la escorrentía superficial, la recarga de los acuíferos y los caudales de los ríos. El objetivo de la investigación, fue modelar y evaluar los efectos aislados y combinados del LUCC futuro y CC sobre los recursos hídricos. Para el estudio se seleccionaron dos cuencas ubicadas en la región de la Araucanía, en la zona Centro Sur de Chile (38°10'00" y 38°40'00" SL) (Quino y Muco). Se realizó una regresión logística para predecir el escenario futuro de LUCC (Escenario forestal) y se utilizó el modelo climático local RegCM4-MPI-ESM-MR para dos periodos de tiempo comprendidos entre 2020-2049 y 2050-2079, bajo la proyección del escenario climático futuro RCP 8.5. El modelo SWAT (Soil and Water Assesment Tool) por su siglas en ingles, fue implementado para evaluar la respuesta hidrológica de las cuencas de los ríos Quino y Muco. Se determinaron cinco escenarios de cambios respecto a la línea base donde se analizó de forma individual (S1, S2, S4) y combinada (S3, S5) los efectos provocados por el LUCC y el CC. Los resultados muestran que la mayor sensibilidad en las cuencas estaría asociada al impacto del CC, donde se pudo observar un aumento en la evapotranspiración (ET), con una disminución en la percolación (PERC), escorrentía superficial (SURQ), escorrentía lateral (LAT_Q) y flujo subterráneo (GW_Q) resultando la disminución del rendimiento hídrico (WYLD) para los cinco escenarios analizados. El escenario de LUCC futuro en su efecto combinado mostró una agudización del impacto sobre la ET, SURQ y WYLD lo que conllevaría a un contexto de escases hídrica. Este efecto se debe fundamentalmente a la expansión de las plantaciones forestales en un 14.1% y 8.1% lo que representa una ocupación del 35.4% y 22.3% del área total de la cuenca. Los hallazgos de este estudio proporcionaron información importante sobre las influencias relativas de cómo los procesos hidrológicos de las cuencas responde a los LUCC y al CC. El resultado destaca la necesidad de desarrollos regionales y cooperación para impulsar estrategias de gestión sólidas y resilientes al clima y para contrarrestar los rápidos cambios en las cuencas.

Resumen Gráfico

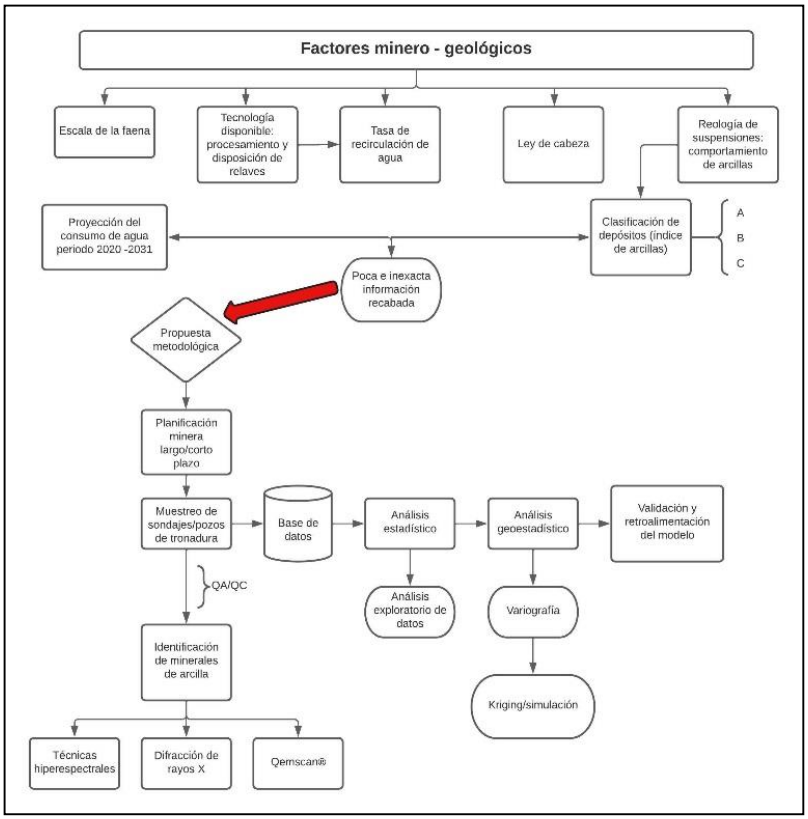


Factores minero - geológicos en las macrozonas Norte y Centro de Chile relacionados al consumo de agua en el procesamiento de minerales de cobre

Autores: Ignacio Huenupi, Leopoldo Gutiérrez y Enrique Sáez

Resumen: El objetivo de la presente investigación es desarrollar una metodología de proyección del consumo de agua de acuerdo con la información recabada, para el periodo 2020 – 2031 e investigar los principales factores minero – geológicos que inciden en el procesamiento de minerales de cobre. Los objetivos específicos corresponden a: énfasis en la mineralogía de arcillas como factor que incide en la utilización del recurso hídrico, estimar y proyectar el uso de agua de acuerdo con los parámetros de extracción de cada faena y realizar un flujo de trabajo para medir verazmente el impacto en el consumo de agua de la mineralogía de arcillas. En la minería del cobre, el procesamiento del mineral extraído de la mina es vía hidrometalurgia y/o concentración. Estas técnicas requieren del uso de agua para llevarse a cabo, destacando el consumo 4 veces mayor de la concentración respecto a la hidrometalurgia. La variabilidad en la cantidad de agua a utilizar en el proceso responde a factores tales como: escala de la faena, tecnología disponible, tasa de recirculación de agua, ley de cabeza del material a procesar y la reología de suspensiones, con énfasis en la mineralogía de filosilicatos, específicamente los pertenecientes al grupo de las arcillas. Este grupo, comúnmente presente acompañando a la mineralogía metálica de interés, constituye variados problemas en el procesamiento de minerales y consecuentemente, en el consumo de agua. Para medir y comparar el comportamiento en el consumo de agua de las 24 faenas pertenecientes a la gran minería con información disponible, se calculó el *Make up* por proceso, para el periodo 2016 - 2019 y en base a la geología de los depósitos se propone una clasificación en contenido de arcillas para estos. Para posteriormente construir una proyección del consumo de agua de las faenas en estudio y toda la minería del Cu para el oncenio 2020 - 2031. El uso de agua varía de 11,365 a 15,354 m^3/s en concentración. Mientras que en hidrometalurgia de 2,144 a 2,193 m^3/s en un escenario probable total (toda la minería del Cu). Debido a la poca e inexacta información recabada, se propone un flujo de trabajo que considera un muestreo de mineralogía de arcillas cuantitativamente mediante la aplicación de técnicas analíticas, uso de QA/QC y técnicas propias de la geoestadística para discernir la variabilidad espacial de la mineralogía mediante modelos de estimación y/o simulación. Para posteriormente medir la variabilidad de la mineralogía a procesar y su relación con el consumo de agua. Se concluye que evidentemente el uso de agua en la minería del Cu para el oncenio considerado aumentará considerablemente debido a: la caída de las leyes de cabeza, el creciente tratamiento vía concentración y la puesta en marcha de nuevos proyectos de explotación o ampliación/reposición de estos. Sin embargo, los esfuerzos por aminorar el empleo de agua mediante mejores técnicas de deposición de relaves, avances tecnológicos conducentes a subir las tasas de recirculación de agua y el uso de agua de mar/desalada es un avance importante para lidiar con la indiscutible escasez hídrica en el país.

Resumen Gráfico

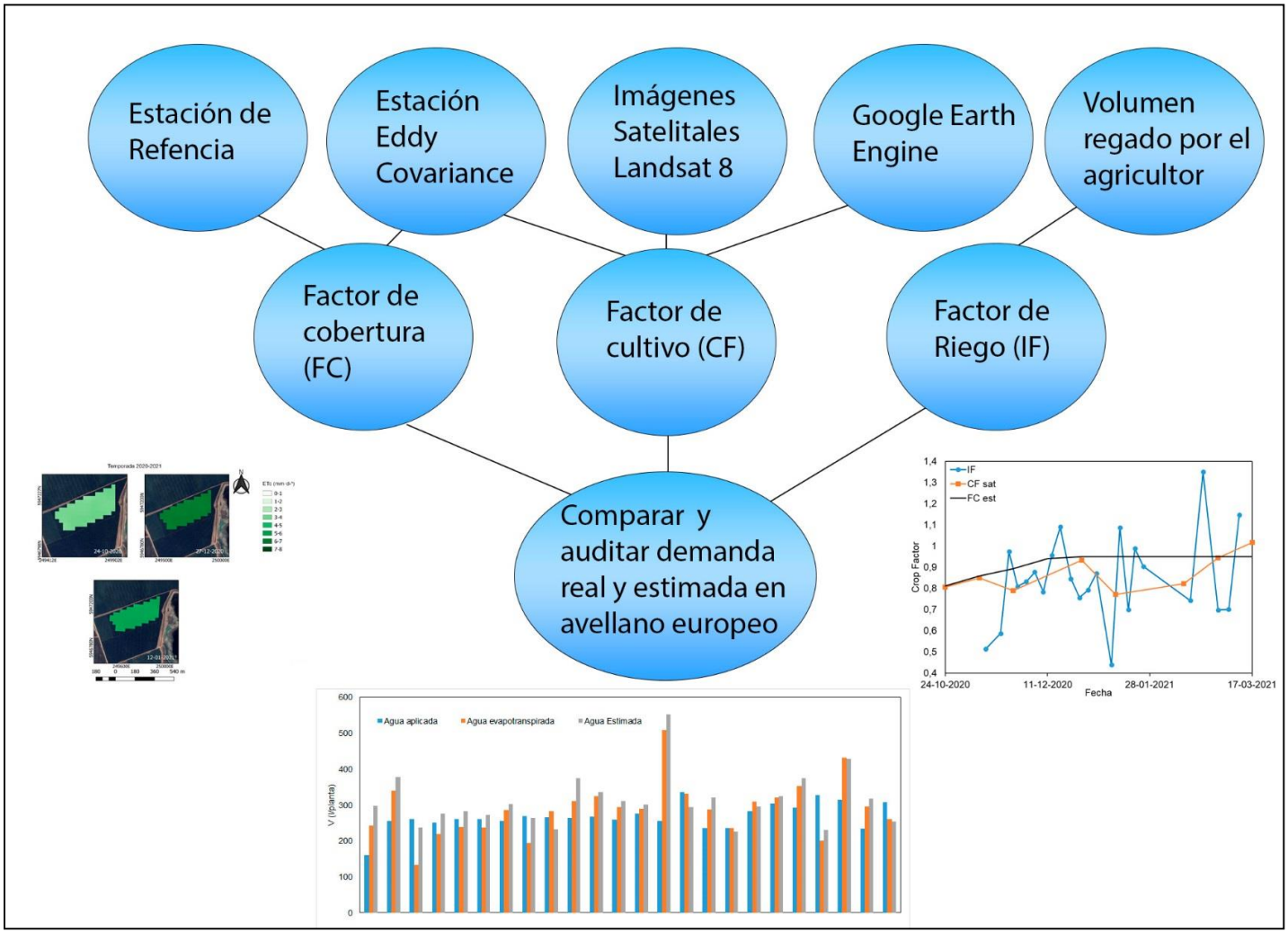


Comparación de la demanda de agua real y estimada de avellanos europeos mediante sensores remotos

Autores: Oscar Viveros Pino, Camilo Souto Escalona y Eduardo Holzapfel Hoces

Resumen: El objetivo del presente trabajo fue comparar la demanda hídrica del avellano europeo, en el sitio de estudio Pullamí, de forma más concreta se estimó mediante un análisis estadístico los factores de cobertura, se comparó la demanda real obtenida mediante una estación Eddy Covariance, la estimada con factor de cobertura, la obtenida mediante la aplicación del modelo SEV-PV a imágenes satelitales y finalmente con el agua aplicada según el plan de riego programado por el agricultor. La aplicación de la metodología permitió establecer valores estimados de los factores de cobertura F1=1.0 y F2=0.25 tomando como tres temporadas de riego y las condiciones de manejo del huerto. Al realizar la comparación se determinó que la aplicación del modelo SEV-PV mediante imágenes satelitales otorga buenos resultados de manera puntual (día en que se captó la imagen). Comparando la demanda obtenida con el factor de cobertura, con imágenes satelitales y el agua aplicada se determinó que la programación del riego planificada por el agricultor no es la adecuada, debido a que no repuso el agua demandada por el cultivo de manera oportuna.

Resumen Gráfico

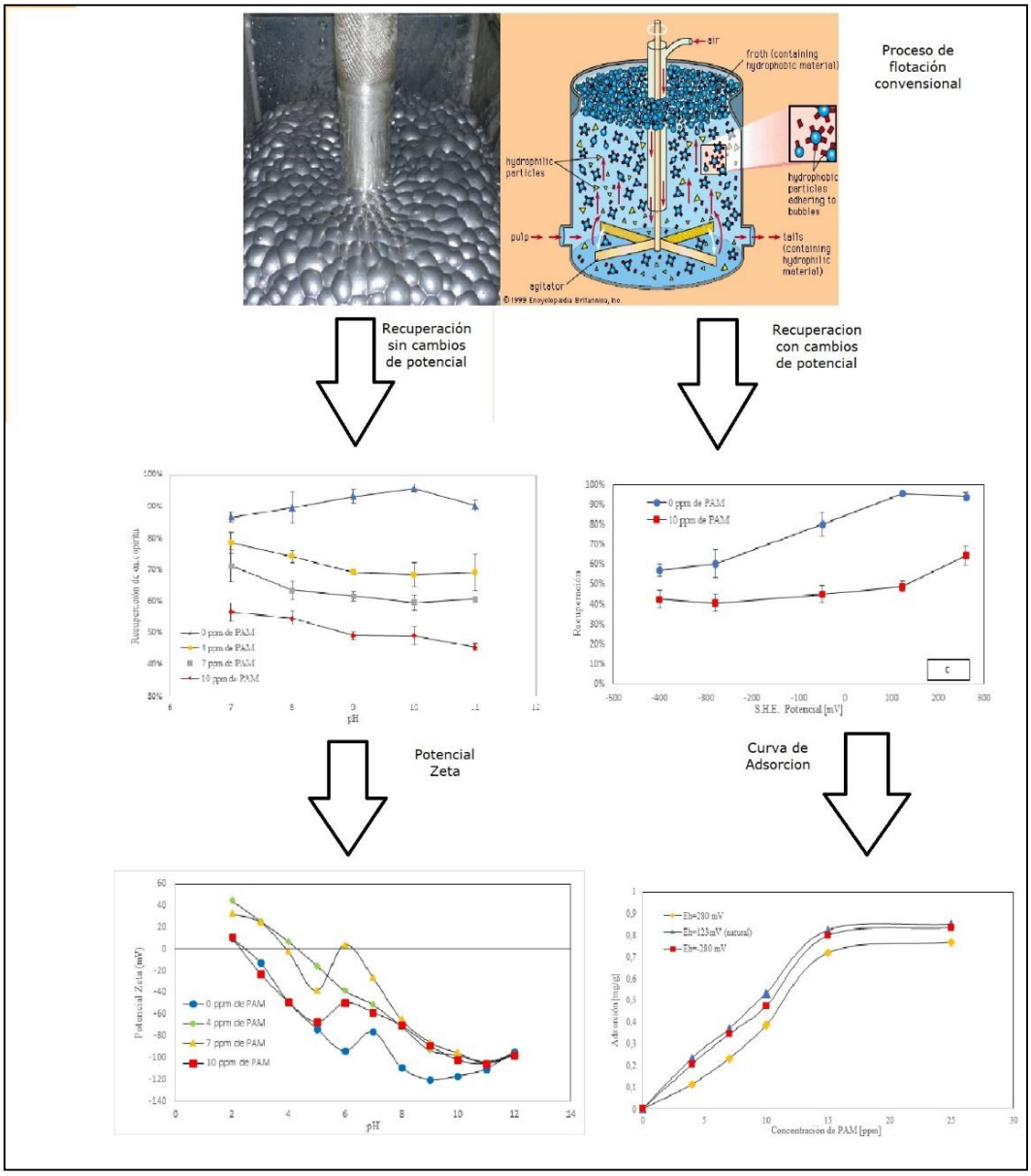


Estudio del efecto de una poliacrilamida de mediana anionicidad sobre la flotación de calcopirita en agua convencional

Autores: Cristian Soto Peña y Leopoldo Gutiérrez

Resumen: El estudio realizado se centró en los efectos que tiene una poliacrilamida aniónica usada como floculante sobre la flotación de Calcopirita en agua convencional, variando diversas propiedades fisicoquímicas de la pulpa, como lo son el pH y el potencial electroquímico. Se llegó a la conclusión de que al agregar la PAM a la pulpa, la disminución de recuperación del mineral baja cerca de 20 puntos porcentuales, generando un efecto negativo en la flotación de la calcopirita. Al aumentar el pH la recuperación disminuye aun más en presencia de la poliacrilamida debido a que la adsorción de esta aumenta con el pH. Al aumentar el potencial electroquímico de la pulpa se encontró que la recuperación de la calcopirita aumenta significativamente y al disminuir el potencial, la recuperación baja, esto para todos los pH y dosis de floculante agregado. Los resultados de mediaciones de potencial zeta, mostraron que la carga superficial de la partícula disminuye a medida que se aumenta el pH y al agregar el orgánico, los valores de potencial zeta aumentan en todo el rango de pH estudiado (2 a 12). Igual se encontró que a pH muy alcalino, los valores de potencial zeta convergen a un punto independiente de la dosis de PAM. Las curvas de adsorción mostraron que a medida que se aumenta la dosis de PAM en solución, aumenta igual la adsorción de esta sobre el mineral y que al aumentar el pH igual lo hace la adsorción. El cambio de potencial afecta negativamente la adsorción ya que esta disminuye a potenciales oxidantes y reductores.

Resumen Gráfico

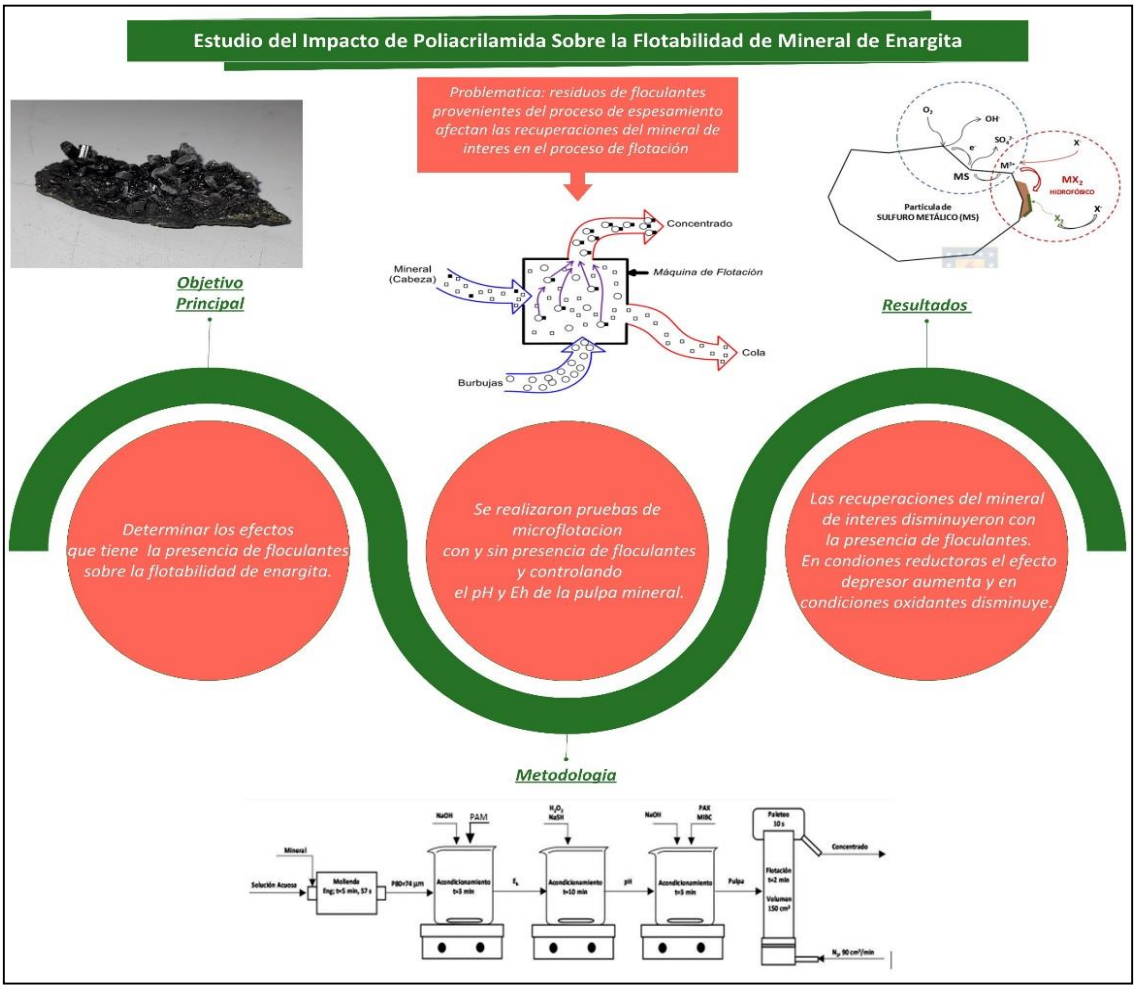


Estudio del impacto de poliacrilamida sobre la flotabilidad de mineral de enargita

Autores: Jorge Lagos, Leopoldo Gutiérrez y Rodrigo Yepsen

Resumen: El objetivo principal de este estudio es determinar el comportamiento de la enargita cuando existe la presencia de residuos de floculantes en el agua utilizada para desarrollar el proceso de flotación y como afecta la flotabilidad del mineral. Para el desarrollo de este estudio se realizaron pruebas de micro flotación con y sin presencia de floculante en el medio acuoso y, con control de pH y potencial electroquímico de la pulpa mineral. También se realizaron mediciones de potencial zeta de la enargita para determinar el comportamiento de la superficie de las partículas. Por último, se construyeron isotermas de adsorción para determinar el grado de adsorción del floculante sobre la superficie del mineral. Los resultados de las recuperaciones obtenidas de las pruebas de micro flotación desarrolladas en este estudio indicaron que la presencia de floculante en el medio acuoso utilizado en el proceso de flotación tiene un efecto depresor sobre la flotabilidad de la enargita. La variación del potencial electroquímico de la pulpa mineral tiene también afecta la flotabilidad de la enargita, los resultados indican que en condiciones reductoras el efecto depresor sobre las partículas de enargita aumenta, mientras que en condiciones oxidantes el efecto depresor sobre las partículas de enargita disminuyo. La medición de potencial zeta en una solución de 0,01 M de KCl indico que la carga superficial de la enargita es negativa en todo el rango de pH estudiado (2 hasta 12). A partir de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de laboratorio la depresión de las partículas de enargita cuando existe presencia de floculante, se puede explicar por la formación de flóculos de mayor tamaño que afectan la adhesión partícula-burbuja, la cual es muy importante para que el proceso de flotación sea efectivo. El aumento del tamaño de las partículas provoca que estas sedimenten y no logren flotar. Por la tanto, se puede concluir que la presencia de floculantes provenientes del proceso de espesamiento en el medio acuoso utilizado en el proceso de flotación si afecta negativamente la recuperación del mineral de interés y que los floculantes se adsorben sobre la superficie del mineral. Una forma de solucionar este problema es tener un mayor control sobre la cantidad de floculante que se utilizan en proceso de espesamiento, también se puede mejorar el proceso de recuperación del agua diseñando nuevos métodos.

Resumen Gráfico

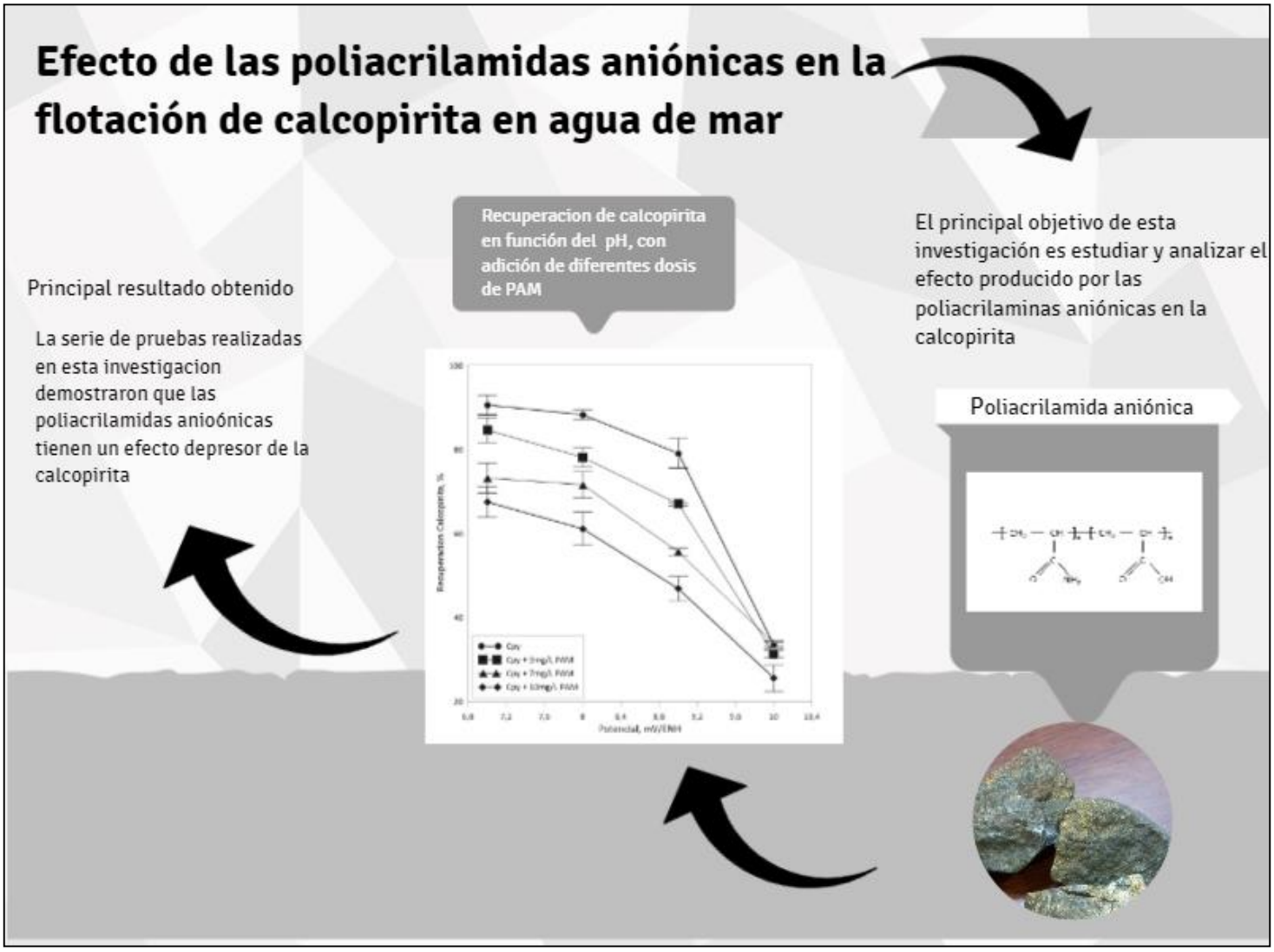


Efecto de las poliacrilamidas aniónicas en la flotación de calcopirita en agua de mar

Autores: Valentina Garcés Henríquez y Leopoldo Gutiérrez

Resumen: El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto que tienen las poliacrilamidas (PAM) aniónicas en el proceso de flotación de calcopirita con agua de mar. Para desarrollar el objetivo de esta investigación se llevaron a cabo unas series de pruebas, tales como, pruebas de micro frotación, pruebas de micro frotación con modificación de potencial, medición de potencial zeta y finalmente pruebas de adsorción. Todas estas mediciones se realizaron a distintos pH y variando la dosis de PAM aniónica. Las pruebas de micro flotación mostraron que hubo una disminución en la recuperación de la calcopirita. Demostrando que la PAM tiene un efecto depresor sobre este mineral, Y dependiendo de la dosis de PAM a la cual se encuentre expuesto el mineral será mayor o menor el grado de disminución en la recuperación. En las pruebas de micro-flotación con modificación de potencial se evidencio que hubo un menor efecto depresor de la PAM con potenciales oxidante obteniéndose mejores recuperaciones. Esto puede ser producto de la interacción de la PAM con las especies superficiales que se forman en calcopirita. Otro factor por mencionar que en medio oxidantes las poliacrilamidas se degradan, perdiendo sus propiedades floculantes. En la medición de potencial zeta mostraron que la carga superficial de la calcopirita aumenta negativamente frente a la adición de PAM, en medio con iones Ca^{2+} y Mg^{2+} disuelto.

Resumen Gráfico



Estudio del impacto de poliacrilamidas aniónicas en la flotabilidad de bornita

Autores: Ignacio Novoa F. y Leopoldo Gutiérrez B.

Resumen: La flotación es una etapa fundamental en el procesamiento de minerales y puede verse afectada por diversos factores, como las especies disueltas en el agua, entre ellas están las PAM, estas sustancias actúan como agentes floculantes, provenientes de la etapa de espesamiento, adsorbiéndose en la superficie mineral. Esta floculación genera agregados de partículas que entorpecen la flotación debido a su tamaño, lo que conlleva mayor masa y siendo difícil para las burbujas flotar estas partículas, esto junto con la disminución del área de contacto entre burbuja-mineral y también por que al adsorberse la PAM en el mineral hay menos sitios donde el colector pueda trabajar. Por lo anteriormente descrito se observa una consecuente baja en la recuperación del mineral al agregar PAM al sistema y aumentar su concentración. Se evaluó además el efecto del pH y potencial electroquímico en la flotación de bornita en presencia de PAM, de aquí se halló que a pH 9 se logra la mejor recuperación para cada caso de estudio y que la recuperación baja considerablemente a potenciales reductores. Ante las comparaciones de resultados obtenidos al variar la concentración de PAM queda claro que esta se adsorbe en la superficie, las mediciones de potencial Z nos dicen que la bonita tiene carga negativa al igual que la PAM, por esto se deduce que el mecanismo de adsorción no es por interacción electrostática, lo que obliga a que el mecanismo de adsorción sea por fuerzas intermoleculares con la fuerza necesaria para superar la fuerza de repulsión generada por las cargas de ambas especies.

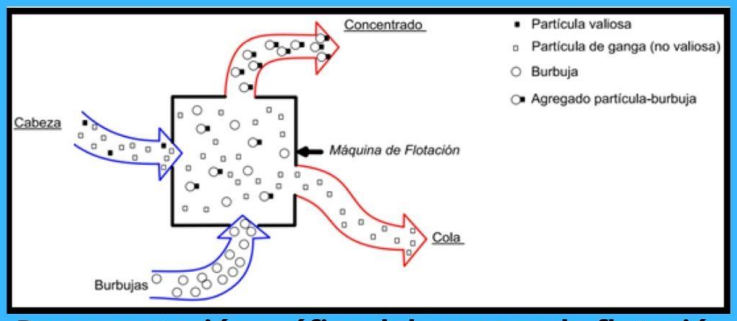
Resumen Gráfico

Efecto de poliacrilamidas aniónicas en la flotabilidad de bornita

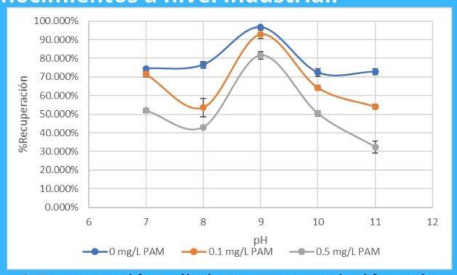
Bornita: Mineral sulfurado de cobre, se concentra mediante el proceso de flotación de minerales.

Poliacrilamidas (PAM): Polímeros orgánicos usualmente usados como agentes floculantes, se les puede conferir ionicidad hidrolizando sus gupos funcionales.

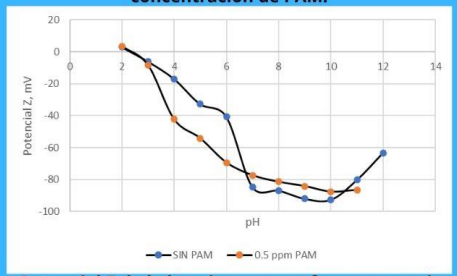
Objetivo: Estudiar y analizar el efecto que tiene la presencia de una PAM aniónica en la flotación de bornita con la finalidad de poder aplicar estos conocimientos a nivel industrial.



Representación gráfica del proceso de flotación de minerales.



%Recuperación a distinto pH con variación en la concentración de PAM.



Potencial Z de la bornita en agua fresca con y sin PAM

Resultados: Se observa un efecto depresor en la bornita, en cada caso la tendencia es la misma alcanzando la mejor recuperación a pH 9.

Discusión: La PAM se adsorbe en la superficie del mineral prcediendo a la floculación de las partículas, los floculos formados son muy grandes para que las burbujas puedan flotarlos y la recuperación disminuye.
La PAM compite con el PAX (colector, permite la flotación) para adsorberse en la superficie de mineral.

Conclusiones: Efectivamente existe adsorción de la PAM en la superficie mineral, provocando una menor recuperación. Debido a que tienen cargas de igual signo la adsorción de PAM sobre el mineral no ocurre por interacción electrostática, se puede seguir trabajando en descubrir el mecanismo real.

Investigador: Ignacio Novoa F.
Profesor patrocinante: Leopoldo Gutierrez B.

Estudio del efecto de las propiedades reológicas en la clasificación de partículas mediante hidrociclón

Autores: Patricio Soto Oyarzún, Dennis Vega y Fernando Betancourt

Resumen: Ante la variabilidad que presentar las arcillas dentro de los procesos minero-metalúrgicos como en los casos de clasificación de partículas se evalúa el comportamiento específicamente en este caso de la Bentonita. Se realizaron pruebas reológicas con un viscosímetro rotatorio para así generar varias opciones con las cuales luego se trabajaron, de estas pruebas se llegó a la conclusión que se iban a utilizar 3 porcentajes distintos de bentonita, los que fueron 0%, 5% y 20%, después de tener las 3 opciones claramente identificadas se trabajó con la búsqueda de los porcentajes de sólidos que se iban a emplear para el cuarzo, lo que se llegó a la conclusión que se iba a laborar con 10%, 15% y 20% de sólidos de cuarzo. Teniendo estas variables identificadas lo que siguió fue preparar la pulpa mineral (compuesta por Bentonita y Cuarzo) en el estanque de alimentación del hidrociclón para luego hacerlo funcionar. De este proceso lo que se hizo fue tomar muestras de las 3 corrientes que se generan con el hidrociclón (alimentación, descarga y rebalse). De las muestras tomadas se les obtuvo el porcentaje de sólidos que posee cada uno y también fueron enviadas para ser estudiadas en el equipo Mastersizer Hidro, el cual analiza el tamaño de partículas que se encuentra en cada una de las corrientes. Luego de obtener estos datos se realizó la construcción de las curvas de partición, las que son utilizadas para las comparaciones correspondientes. Una vez teniendo todas las curvas de partición se comparan con respecto a la cantidad de bentonita agregada en el estanque de alimentación, llegando a la conclusión que a mayor cantidad de bentonita agregada a la pulpa la clasificación del cuarzo es menos eficiente, por ende, a menor cantidad de bentonita la clasificación es mejor. De lo mostrado anteriormente se puede concluir que la presencia de arcilla en las pulpas minerales afecta de manera negativa y considerablemente en la clasificación de las partículas.

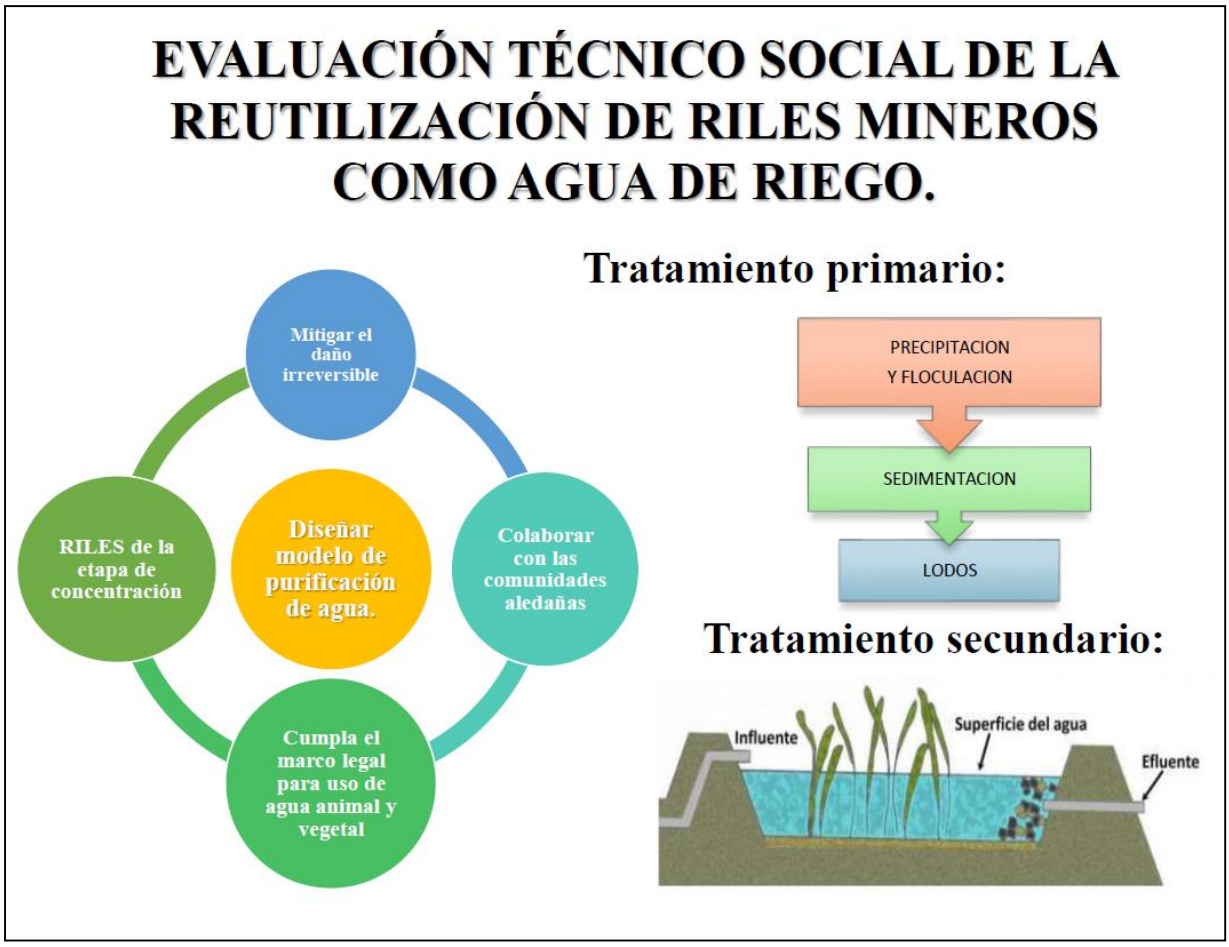
Resumen Gráfico

Evaluación técnico social de la reutilización de riles mineros como agua de riego

Autores: Ana María Ramírez y Leopoldo Gutiérrez

Resumen: El uso de humedales artificiales en el tratamiento de residuos industriales está tomando fuerza lentamente, se han realizado varios estudios al respecto y en otros países como Francia, Alemania, Finlandia y Argentina se han implementado en mayor o menor escala con el fin de tratar aguas residuales de manera natural, sin utilización de energía, y junto a ello, reutilizarla principalmente en riego, disminuyendo el consumo de agua en lugares que se han visto afectados dramáticamente por la crisis ambiental. Una solución de bajo costo, simple y eficaz de separar los metales y sólidos suspendidos es el uso de humedales artificiales, ya sea de flujo superficial, subsuperficial horizontal y vertical. Dada esta situación, el objetivo de esta memoria es diseñar conceptualmente un proceso capaz de remover contaminantes en aguas provenientes de la etapa de concentración metalúrgica. Para lograr dicho objetivo se realizó un estado del arte de los métodos convencionales y no convencionales de remoción de contaminantes de flujos residuales de la industria minero-metalúrgica. Posteriormente se compararon estos métodos entre sí y se seleccionó el método de humedales artificiales ya que es un proceso innovador; pues mayoritariamente se utiliza para residuos domésticos pero existen estudios que muestran su potencial en residuos industriales, económico pues no requiere altos costos de inversión ni mantenimiento, amigable con el medio ambiente, con la flora, fauna y estético por lo que aumenta la plusvalía y otorga un valor agregado. Se evaluó el tratamiento de 0,22 m^3 /s para producir 0,2 m^3/s de agua de riego para ser utilizada en una superficie de 350,2 ha. Posterior a eso, se estimó la venta en $623 CLP el metro cúbico con un IPC del 4% obteniendo el primer año ingresos de $12.577.129.350 CLP y una inversión inicial de $1.095.974.363 CLP. Como conclusiones del estudio se tiene que es un proyecto innovador, de menor inversión inicial que otros procesos convencionales y, rentables, en el contexto social, ambiental y económico. Posterior a la realización del análisis económico se concluye que es un proyecto que si es posible realizar y que permanezca en el tiempo, ya que se recupera la inversión inicial en un plazo de dos años. Los valores de VAN y TIR obtenidos son $6.316.538.434,48 y 106%, respectivamente.

Resumen Gráfico



Análisis comparativo de la distribución de aire al interior de una columna de flotación en medios de diferente comportamiento reológico utilizando el software de simulación Ansys Fluent

Autores: Pedro Baltierra Méndez, Leopoldo Gutiérrez Briones y Dennis Vega García

Resumen: El continuo avance de la minería no solo trae consigo mejoras en las tecnologías ocupadas y disminución de los impactos sociales y ambientales propios de la industria, sino que conlleva nuevos desafíos y dificultades que deben ser solventados. A medida que los yacimientos mineros envejecen y las leyes minerales disminuyen, la complejidad de la mineralogía tratada aumenta considerablemente, haciendo imperativo buscar la ayuda de nuevas tecnologías que presenten soluciones a la creciente variabilidad del material que entra a las plantas de tratamiento. Mediante el software de simulación Fluent, se buscó determinar el modelo que más se adecuara al comportamiento real del gas al interior de las columnas de flotación para poder determinar, primero, el grado de cercanía de los resultados obtenidos mediante la simulación y los que se pueden obtener en experiencias reales, y segundo, la factibilidad de utilizar este software como herramienta predictiva que permita encontrar las condiciones óptimas de flotación para determinadas condiciones reológicas. En primer lugar, se determinó que el modelo Eurelian es el más adecuado para llevar a cabo las simulaciones, ya que permite analizar de mejor manera las corrientes de gas en interacción con la pulpa. Las principales condiciones contrastadas fueron la dosificación de espumante y el porcentaje de sólido de la pulpa, modificando de esta forma el diámetro de las burbujas y la viscosidad del medio, entre otras propiedades. Los diámetros medios de burbuja simulados mostraron comportamientos casi idénticos a los obtenidos experimentalmente, verificando que el modelo utilizado era capaz de simular la reología de la pulpa. Las pruebas de laboratorio fueron llevadas a cabo utilizando columnas de flotación de 140 centímetros de alto y radio interior de 2,2 centímetros, equipadas con un medio poroso en la parte inferior, encargado de generar las burbujas. Finalmente, se midió y comparó el hold-up obtenido con diferentes reologías, representadas por el porcentaje en peso de sacarosa, obteniendo resultados cuyo error relativo no llega a superar el 5%. Resultados que pueden verse en la tabla resumen a continuación. Considerando esto, podemos afirmar que el software de simulación Fluent es factible de ser utilizado como herramienta preventiva a la hora de determinar variables básicas de operación, como pueden ser el flujo de aire, la fracción másica de sólidos o la dosificación de ciertos reactivos. Por otra parte, no resulta viable, al menos a corto plazo, la determinación de ciertas propiedades de los minerales y sus respectivas interacciones con el medio continuo, ya que características tan importantes como la hidrofobicidad no pueden ser simuladas de buena manera.

Resumen Gráfico

¿Desaladora comunitaria como justicia hídrica? Proceso participativo para la instalación y eventual legitimación social de una planta desaladora comunitaria en Caleta Chome, comuna de Hualpén

Autores: Constanza Alveal Ramírez y Robinson Torres Salinas

Resumen: El objetivo de este estudio es determinar si es socialmente aceptable abastecer a las comunidades con agua desalada como forma de solución a la falta de acceso al agua potable en Caleta Chome, comuna de Hualpén. Los resultados fluyen a través de tres grandes ideas, en primer lugar, se determina que Chome, es un sector rural costero que carece de suministro hídrico en periodo estival. A su vez, se menciona el hecho de que el suministro hídrico ha comenzado a escasear por dos grandes razones 1) Sequía, no es nuevo mencionar que Chile, sufre de una mega sequía y 2) Escasez, la cual responde a una distribución desigual del agua y que tiene causas antrópicas, la desviación del agua producto de la gran cantidad de plantaciones de Eucaliptos ha secado parte de la península. También los y las chominas coinciden en que el método de desalación a pequeña escala es una forma justa de tener agua, aunque son enfáticos en que debe tener un buen sabor, porque sin agua no hay vida, no hay justicia sin agua. En segundo lugar, una de las principales desventajas en este proceso de aceptación social de la planta desaladora, corresponde al tiempo estipulado en que estaría la planta desaladora en la caleta, la cual constaba de 6 meses. Más allá de eso no hubo mayor objeción en torno a la innovación tecnología y/o impactos al medioambiente. Se reafirma lo dicho anteriormente, la posición positiva frente a esta tecnología y su aceptación cimienta el camino hacia la legitimación social. Otro punto interesante se expresa en el vacío legal en el cual de desarrolla la desalación y sus posibles problemas (acaparamiento, conflictos, mercantilización, entre otros.). Finalmente, se demuestra que son las mujeres quienes saben más sobre el uso y racionamiento del agua, dado que son ellas quienes se encargan tanto de las labores domésticas, como de las cocinerías. Sin embargo, por bastante tiempo fueron silenciadas por los hombres. La importancia de este objetivo radica en la necesidad de proyectar las experiencias, vivencias y conocimientos independiente del género. También salen a relucir ideas que contraponen la percepción que se tiene de la naturaleza entre hombres y mujeres, donde las mujeres tienen una relación emocional con la naturaleza y los hombres la entienden como algo que está ahí a disposición del ser humano para ser explotada, aspecto que concuerda con lo teorizado en el marco teórico.

Resumen Gráfico

Diseño, construcción y prueba de un sistema de lecho fluidizado para separación de partículas minerales por tamaño en fase densa seca

Autores: Carlos Hermosilla Ponce, Pedro G. Toledo y Jorge H. Saavedra

Resumen: Las técnicas actuales de procesamiento de minerales ocupan grandes cantidades de agua para separar los minerales valiosos de la ganga. Debido a esto las recientes investigaciones se han centrado en nuevos esquemas de procesamiento para reducir dicho consumo.

En este marco de minería seca, se diseñó un sistema de lecho fluidizado en fase densa seca, vale decir, con la utilización de aire como medio fluidizante en vez de agua, que permite separar partículas minerales respecto al tamaño. El sistema diseñado y construido consta de: sistema de aire comprimido que asegura aire seco, rotámetros para medición de caudales de aire (0-140 LPM), manómetro digital para medir las pérdidas de carga en el lecho al presentarse la fluidización, y una columna ($A_{transversal}$=0,002 m), diseñada en este trabajo, en donde se lleva a cabo el proceso de fluidización.

En estos sistemas es primordial conocer las propiedades de las partículas a procesar. Se eligió partículas de cuarzo con distinta distribución de tamaño para la experimentación. En donde, la caracterización arrojó tres distribuciones de tamaño: pequeña $\overline{D}_p$=0,66mm, mediana $\overline{D}_p$=0,66mm, y grande $\overline{D}_p$=4,94mm, con una densidad de partícula de ρ_p=2650 $\frac{kg}{m^3}$, y porosidad de lecho de ε=0,5 , y esfericidad de partículas de Ø=0,7.

Para la puesta a punto del sistema se consideraron tres variables importantes; altura de lecho fijo, velocidad de mínima fluidización y altura mínima de fluidización. Se observó que la altura de lecho fijo varia proporcionalmente a la cantidad muestreada y es independiente del tamaño de partículas, debido a que tienen propiedades similares. Para la velocidad de mínima fluidización se obtuvo una velocidad de $U_{m,f}$=0,65 $\frac{m}{s}$ para las partículas de $\overline{D}_p$=0,66mm con una razón de $\frac{L}{\overline{D}}$=0,2 y se observó un comportamiento directamente proporcional a L/D, $U_{m,f}$=0,74 $\frac{m}{s}$ para las partículas de $\overline{D}_p$=0,88mm con la misma razón L/D, para las partículas grandes $\overline{D}_p$=4,94mm es contraproducente realizar la experimentación, debido a que en la fluidización se forma canalización de flujo y el caudal necesario supera el rango de medición considerado. En cuanto a la altura de mínima fluidización es importante destacar que es una determinación difícil y no ha sido posible hasta ahora.

Para la efectividad de separación de partículas se desarrolló un experimento con distintas proporciones de partículas de tamaño pequeño y mediano. Tres muestras con proporciones: 50-50%, 30-70%, 70-30% de partículas pequeñas-medianas respectivamente. Se evaluaron a distintos tiempos de operación del sistema a velocidades críticas para la estratificación que resultó ser U_o=0,72 $\frac{m}{s}$ para todas las muestras. En donde se busca obtener los tiempos de operación entre t_{op}= 0−10 min para buscar el punto óptimo en donde la estratificación sea completa.

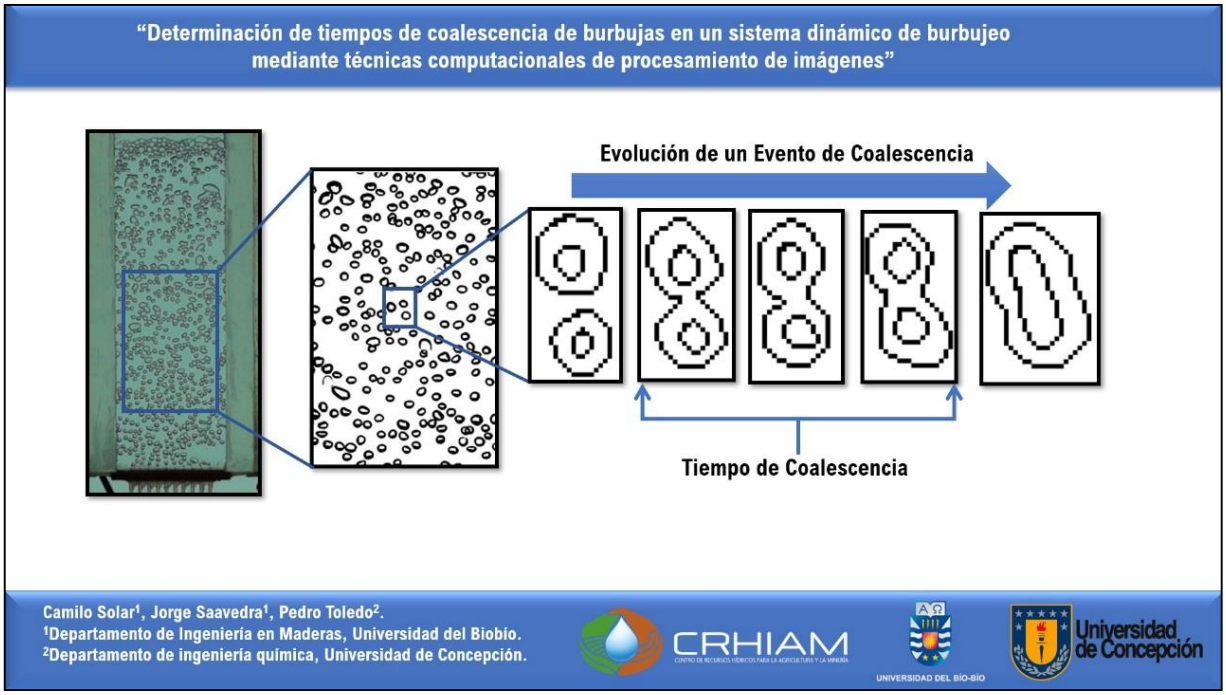
Resumen Gráfico

Determinación de tiempos de coalescencia de burbujas en un sistema dinámico de burbujeo mediante técnicas computacionales de procesamiento de imágenes

Autores: Camilo Solar, Jorge Saavedra y Pedro Toledo

Resumen: En la flotación de minerales de cobre en Chile, se están utilizando recursos hídricos provenientes del mar o fuentes con mucha presencia de iones o elementos que perturban la pureza del agua, dichos elemento muestran efectos que alteran la estabilidad de burbujas en los sistemas de flotación. Estos efectos aún no se comprenden en su totalidad, como ocurre con la coalescencia de las burbujas, que afecta directamente el rendimiento de la extracción de cobre en el proceso de flotación. Por esta razón es necesario comprender fenómenos asociados a las burbujas en medios líquidos con la presencia de sales y aditivos como los espumantes, que ayudan a evitar el proceso de coalescencia. Gracias a los avances computacionales, fenómenos como el comportamiento de poblaciones de burbujas pueden ser estudiados ahora de maneras mucho más cómodas, donde realizando análisis a sus comportamientos por medio de videos es posible determinar diferentes parámetros, como sus formas, interacciones, velocidades, entre otros que ayuden a comprender más el comportamiento de las burbujas en estos sistemas. El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar una metodología que permita obtener el tiempo de coalescencia, además de distintas propiedades de una población de burbujas, a partir de una serie de imágenes obtenidas desde videos filmados en cámara lenta a una columna de burbujeo de aire, utilizando el espumante metil-isobutil-carbinol (MIBC). Para lograr lo anterior se desarrollaron algoritmos creados en el programa MATLAB, con los cuales se obtuvieron los tiempos de coalescencia, posiciones, velocidades, tamaños de burbujas y numero de partículas. Los resultados obtenidos en torno a los tiempos de coalescencia presentan valores de 10 +/- 1 ms (Agua), el cual aumenta hasta los 14 +/- 1 ms (100 Ppm de MIBC), encontrándose además que el número de eventos de coalescencia disminuye desde los 900 eventos con agua, hacia los 130 eventos utilizando 100 Ppm de MIBC, Obteniendo, además, las velocidades de impacto de las burbujas en los eventos de coalescencia, las cuales se encuentran en el orden de los 20 cm/s. Esta investigación fue capaz de entregar resultados que pueden ayudar a observar las distintas relaciones que existen entre los tiempos de coalescencia y el numero de eventos de coalescencia, el área de las burbujas, la velocidad de las burbujas, la velocidad con la que las burbujas consumidas en eventos de coalescencia impactan al momento previo a su coalescencia, las zonas de coalescencia más frecuentes en los sistemas de flotación, entre otras variables que, actualmente solo son posibles de obtener de una manera rápida, utilizando tecnologías de visión artificial. Esta metodología aplicada a un experimento de laboratorio permitirá evaluar el comportamiento de un sistema dinámico de burbujeo en condiciones controladas de operación. Además, esta investigación tiene como objetivo demostrar el potencial de la aplicación de métodos computacionales para llevar a cabo el análisis de imagen, con el fin de poder dar explicación o revelar el comportamiento de las burbujas en sistema dinámico y como esto cambia según la cantidad de espumante, abriendo la posibilidad de extender esta metodología a sistemas reales de flotación.

Resumen Gráfico

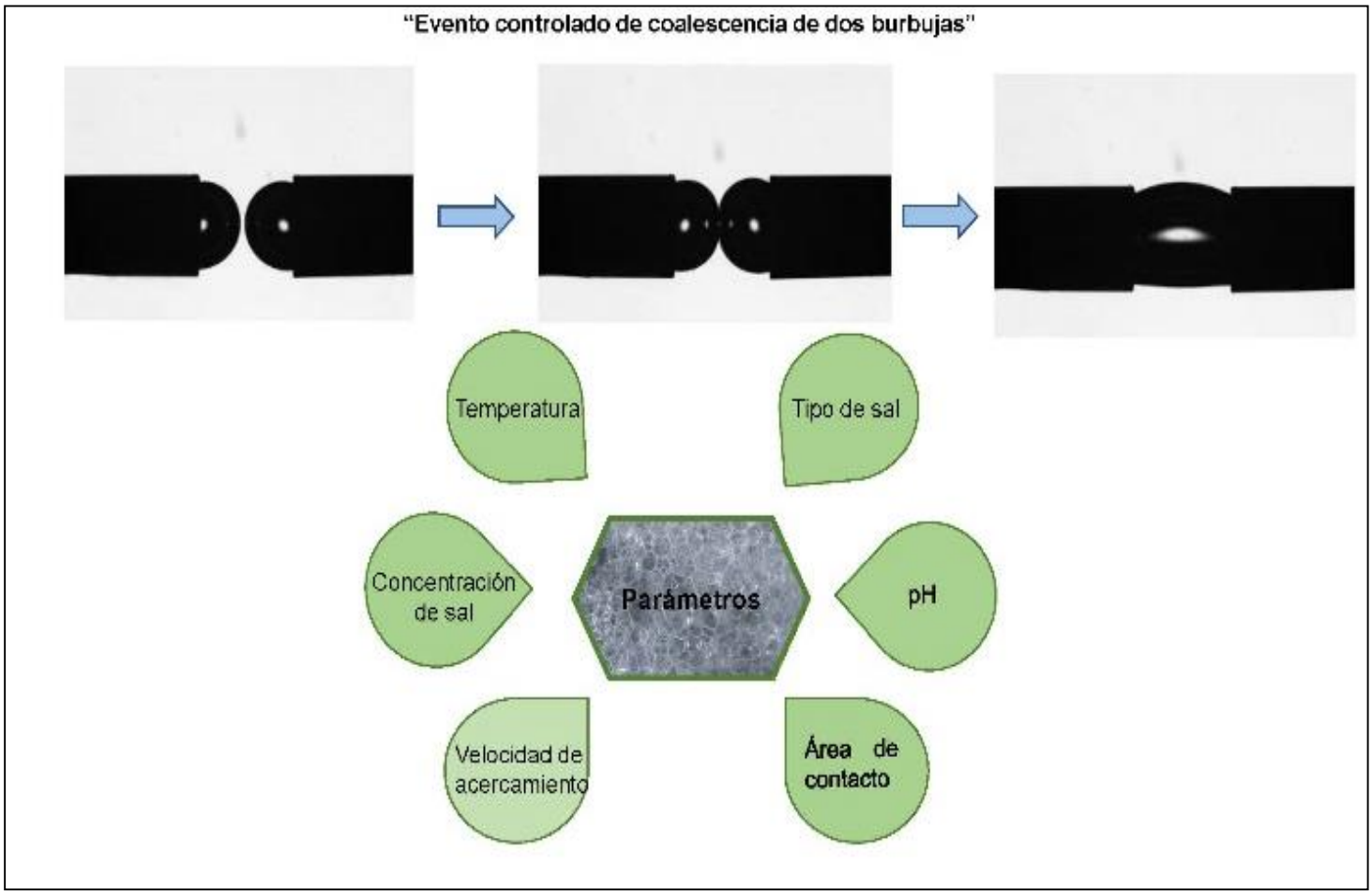


Estudio de parámetros que influyen en la estabilidad de interfases fluidas: caso de estudio comportamiento de espumantes en flotación con aguas salinas

Autores: Joaquim Contreras, Jorge Saavedra y Pedro Toledo

Resumen: Dado la problemática en el mundo sobre escasez del agua dulce, obliga a la industria buscar diferentes alternativas para disminuir o dejar de utilizar agua dulce en procesos. La flotación de mineral, al utilizar agua parcialmente salada trae problemas de proceso, por lo que es necesario saber los mecanismos que producen estos efectos, como lo es evitar la coalescencia de burbuja utilizando espumantes, donde entra en juego la estabilidad de las interfases fluidas que se genera al colisionar las burbujas. La investigación consistió en analizar el efecto de diferentes parámetros que influyen en la estabilidad de burbujas en soluciones acuosas con electrolitos, mediante revisión de la literatura y evaluación experimental de tiempos de coalescencia de diferentes efectos relevantes, con el fin de explicar la coalescencia de burbujas, tomando en cuenta como sistema el surfactante MIBC a 0, 10, 20, 50, 100, 200, 500 y 1000 ppm. Los resultados que favorecen los tiempos de coalescencia fueron; para temperatura entre 15, 20 y 25°C se mostró un mayor tiempo de coalescencia a 15°C, la concentración de NaCl entre 0,1, 0,5, 1 y 2 M se obtuvo a mayor concentración de sal mayores tiempos de coalescencia, tipo de sal se obtuvo mayores tiempos de coalescencia para $MgCl_2$ y $CaCl_2$ a concentraciones menores de MIBC y para NaCl y KCl se obtuvieron a concentraciones mayores de 200 ppm de MIBC, la velocidad de acercamiento en rango de 1-10 mm/s no afecta en los tiempos de coalescencia, en pH entre 5, 6,5 y 9 pH se favoreció a mayor pH los tiempos de coalescencia y al tener mayor el área el contacto aumenta los tiempos de coalescencia. Esto se pueden explicar en base a teorías como la solubilidad liquido-gas, concentración de cargas en la superficie y la repelencia de estas. Se logró analizar el efecto de diferentes parámetros los cuales influyen de diferentes maneras generando así una explicación del comportamiento de la coalescencia de burbujas al cambio de magnitudes de las variables que pueda tener en el proceso de flotación lo que puede generar un gran impacto a la industria minera para el mejoramiento de sus procesos.

Resumen Gráfico

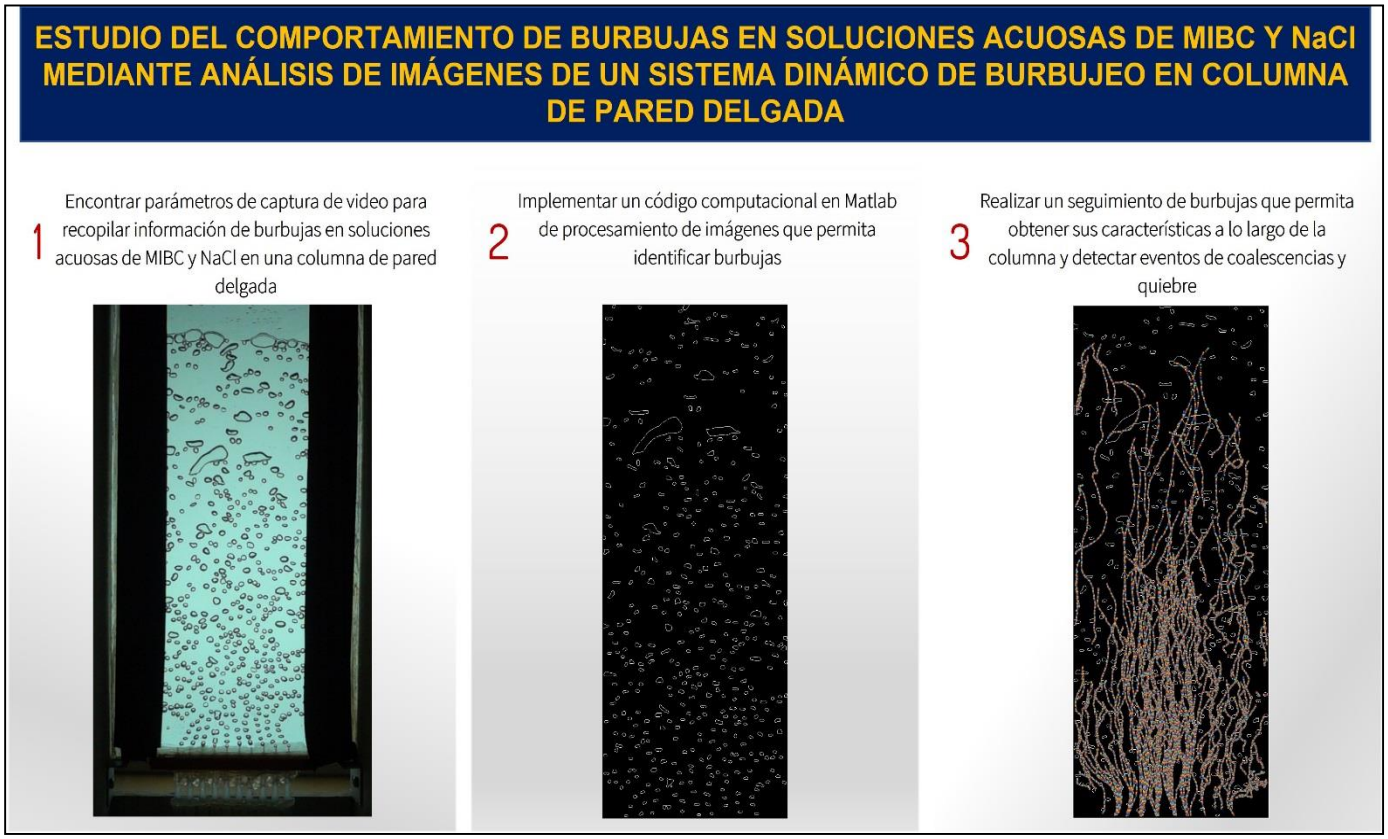


Estudio del comportamiento de burbujas en soluciones acuosas de MIBC y NaCl mediante análisis de imágenes de un sistema dinámico de burbujeo en columna de pared delgada

Autores: Yanira Ulloa, Jorge Saavedra y Pedro Toledo

Resumen: El proceso de flotación se basa en la separación de minerales a través burbujas de aire que ascienden y forman una espuma rica en el mineral de interés gracias a la acción de aditivos presentes en el sistema. En el proceso, uno de los parámetros determinantes para una óptima recolección es la distribución del tamaño de burbujas. El tamaño de las burbujas puede depender de muchos parámetros operacionales, como la presencia de espumantes, las condiciones en que se forma la burbuja, las propiedades físicas de la fase líquida y velocidad del gas, pero también se cree que varía dentro de la celda debido a fenómenos que aún no han sido estudiados a profundidad, como la coalescencia y quiebre de burbujas. Varios son los métodos presentados para la determinación de la distribución de tamaño de burbujas, sin embargo, la mayoría miden el tamaño de la burbuja al llegar a un punto en específico, sin considerar lo ocurrido en la columna de burbujeo durante el ascenso de las burbujas y el comportamiento de estas. La presente investigación consiste en estudiar el comportamiento de burbujas en soluciones acuosas de MIBC y NaCl mediante análisis de imágenes de un sistema dinámico de burbujeo en columna de pared delgada, considerando lo que les ocurre a las burbujas desde su formación hasta llegar a la fase espuma. Se propusieron cuatro escenarios distintos a estudiar: solo agua desmineralizada, solución acuosa de MIBC a 20 ppm, solución acuosa de MIBC a 20 ppm y NaCl a 1 M, y una solución acuosa de NaCl 1 M. A partir de videos filmados desde una columna de burbujeo, análisis de imágenes y algoritmos diseñados en Matlab, se obtuvo el comportamiento de las burbujas mientras subían por la columna, considerando diferentes parámetros: tamaño, velocidad y densidad de burbujas. Además, se modeló el comportamiento de las burbujas presentes en el sistema mediante un balance poblacional y se obtuvo la frecuencia de coalescencias en función del alto de la columna para cada solución. Como resultado se obtuvo la mayor variación de los parámetros estudiados en el sistema que solo consistía en agua desmineralizada, seguido por la solución de NaCl 1 M, la solución de MIBC a 20 ppm y finalmente la solución de MIBC a 20 ppm y NaCl 1 M. Al analizar el comportamiento de las burbujas a lo largo de la columna, se logró observar la presencia de espumante y sal en la solución permitían controlar las características de las burbujas, como su tamaño, velocidad y comportamiento. Además, se observó que la presencia de espumante y sal en la solución limitaba la existencia de eventos de coalescencia y quiere, lo que permitió concluir que la existencia de estos eventos influía en el tamaño final de las burbujas.

Resumen Gráfico



Mecanismo de solvatación y protonación de la superficie del plano 110 del mineral espodumeno mediante métodos QM en condiciones de agua de mar

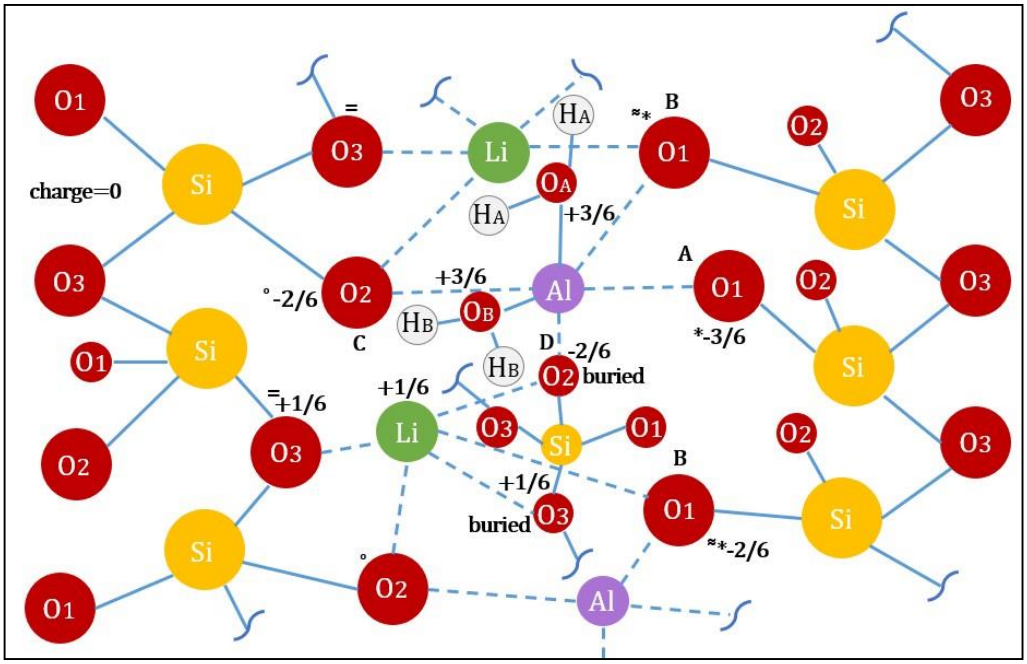
Autores: Omar Alvarado, Jaime R. Cabrera-Pardo, Leopoldo Gutiérrez, Roberto E. Rozas y Pedro G. Toledo

Resumen: El espodumeno (LiAlSi2O6) es un mineral rico en litio que primero se explotó principalmente para la industria cerámica y luego se reemplazó por litio obtenido de salmueras a través de procesos menos costosos. La electromovilidad y una serie de otras aplicaciones han aumentado la demanda a niveles tan altos que hoy en día se requiere litio de salmueras y rocas minerales[1]. El espodumeno se recupera comúnmente de las pegmatitas de granito mediante flotación por espuma al enlazarse a colectores o surfactantes, para lo cual se requieren condiciones optimizadas para evitar pequeñas diferencias en la superficie química del espodumeno y los aluminosilicatos asociados, lo cual se realiza en presencia de agua de baja calidad metalúrgica, como fuente alternativa al uso del agua industrial. En este sentido, es importante descifrar el papel de los iones y de las moléculas de agua en las propiedades superficiales del espodumeno con tal de garantizar la interacción con colectores que pueden generar altos rendimientos de recuperación[2]. Por estos motivos en la presente investigación postdoctoral se ha investigado la solvatación y la protonación de la superficie de 110 planos del mineral espodumeno, mediante la exploración de superficies y perfiles de energía potencial en un sistema clusterizado, s-lab, con métodos QM en M06-2X/6-31+g(d,p) utilizando el software Gaussian16, para lo cual se han simulado los procesos de mono y disolvatación de moléculas de agua que se ha enlazado al átomo de aluminio expuesto en la superficie del espodumeno, que tiene una carga positiva de +1, debido a la ruptura de dos enlaces con oxígenos de la estructura cristalina en el momento de producir el corte en el plano110. Además, se ha simulado la protonación de los oxígenos denominados OA, OB y OC de los grupos silicatos en la superficie de la estructura cristalina, los que se encuentran enlazados al átomo de aluminio tras el corte en el plano 110, por parte de las dos moléculas de agua que se han enlazado al átomo de Al en el proceso de solvatación. Los resultados de la energía potencial de activación y la estabilidad energética de los productos formados por los dieciocho esquemas de protonación, de carga cero, propuestos en la superficie del plano 110 del espodumeno, indican que la solvatación de dos moléculas de agua posicionadas formando enlaces con el átomo de aluminio, se ve favorecida cinética y termodinámicamente en comparación a las protonaciones de los oxígenos superficiales de la estructura cristalina unida al átomo de aluminio. Los resultados permiten proponer la estructura molecular de carga cero más estable y probable para la superficie del plano 110 del espodumeno, con lo cual se puede inferir una superficie desprotonada cargada negativamente, que puede ser utilizada para calcular la energía libre de activación involucrada entre el mineral y diferentes colectores.

Agradecimientos: O.A., L.G., R.E.R., P.G.T. agradecen al CRHIAM proyecto ANID/FONDAP/15130015. J. E. C. agradece al proyecto Fondecyt regular 1190652.

Referencias: [1] C.L. Smith, S. Cowley, The path to fusion power, Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences 368(1914) (2010) 1091-1108. [2] G.R. Quezada, P.G. Toledo, Structure of the Interface between Lithium-Rich Spodumene and Saltwater by Density Functional Theory Calculations and Molecular Dynamics Simulations, Journal of Physical Chemistry C 124(2) (2020) 1446-1457.

Resumen Gráfico

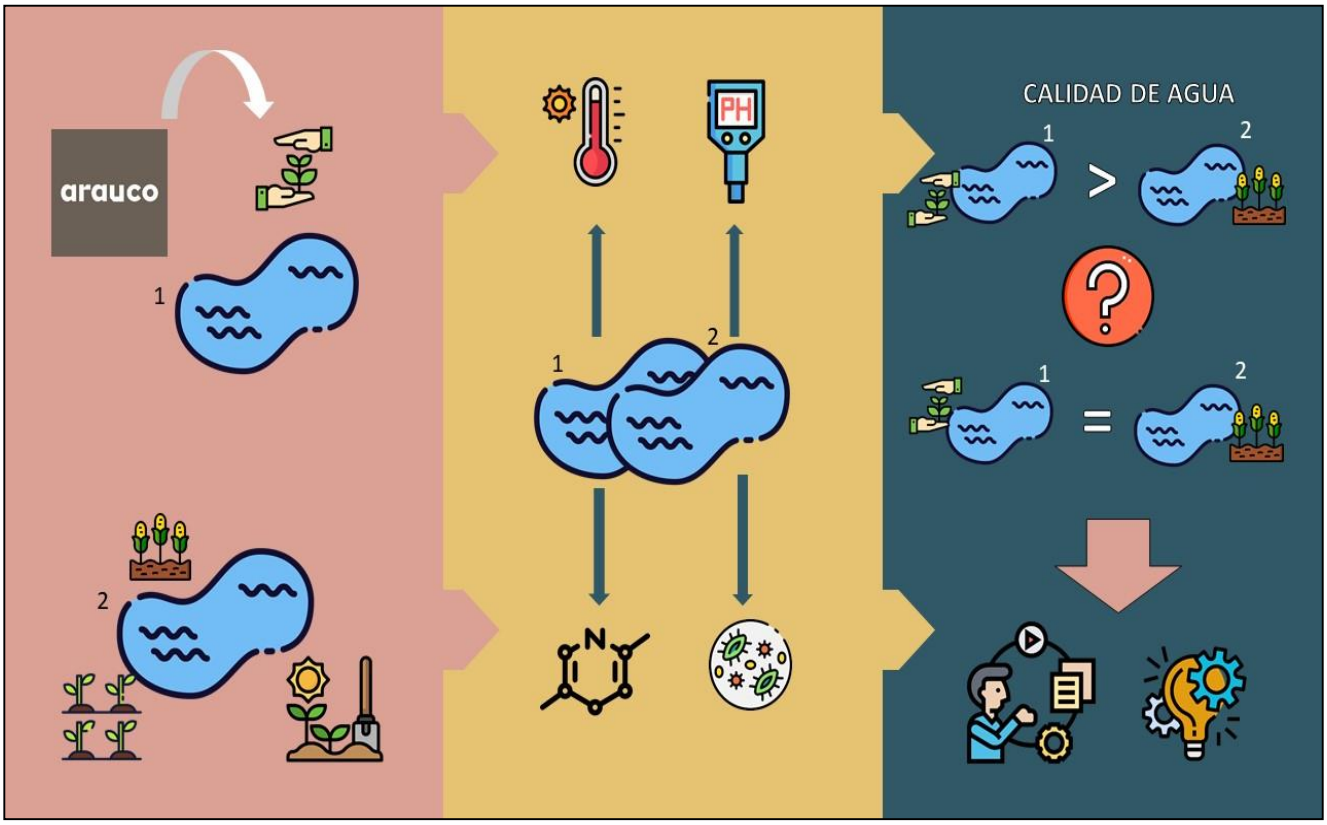


Análisis comparativo de dos cuerpos de agua con diferentes usos de suelo

Autores: Ayleen Herrera y Roberto Urrutia

Resumen: Las lagunas son humedales de gran importancia debido a las diversas funciones que cumplen en un ecosistema, y a los servicios que otorgan al bienestar humano. Sin embargo, actualmente estos recursos hídricos están directamente amenazados por las actividades humanas, principalmente aquellas relacionadas con los cambios de uso de suelo. Particularmente los cambios de suelo por actividades silvícolas y agrícolas alteran severamente la hidrología, vegetación y suelos asociados al cuerpo de agua. Es así como, debido al riesgo de contaminación por parte de las actividades antropogénicas, se evalúa el impacto antrópico sobre los recursos hídricos a través del análisis de la calidad del agua, realizando estudios de la naturaleza química, física y biológica, con el fin de prevenir o aminorar modificaciones graves en los ecosistemas. En Chile se han implementado variadas estrategias de protección y conservación de recursos naturales, entre ellas el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. Dentro de este plan se encuentra incluido parte del humedal Laguna Santa Elena, sistema lacustre rico en biodiversidad y servicios ecosistémicos únicos en la zona, el cual también se encuentra inserto en predios de Forestal Arauco. La empresa declaró las zonas aledañas al humedal como áreas de alto valor de conservación, permitiendo implementar un plan con diversas actividades con el fin de resguardar el humedal respecto a biodiversidad, vegetación y calidad de agua. El objetivo de este estudio es comparar la calidad del agua de dos cuerpos de agua que conforman el humedal Laguna Santa Elena y determinar medidas de gestión para la conservación. Para lograr lo anterior, se determinaron los usos de suelo de la cuenca del área de estudio con información satelital, luego se realizaron 4 salidas a terreno en ambas lagunas monitoreando parámetros fisicoquímicos y tomando muestras para análisis químico y biológico. Con esta información se realizará una comparación de cada parámetro entre ambas lagunas, obteniendo además el estado trófico de ellas. Se comparará adicionalmente con normativas y lagunas de la comuna de San Pedro de la Paz que se encuentran en buena calidad de agua. Finalmente, en base a los resultados y a otros casos similares se sugerirán medidas de gestión. A partir de los datos obtenidos se podrá determinar el estado trófico y calidad de agua de cada laguna. Al realizar una comparación entre ambas se establecerá el grado de influencia del uso de suelo en la calidad del agua (una con uso conservación y otra con uso agrícola), de esta forma se pueden sugerir medidas y/o modificaciones a la gestión implementada en la laguna para mejorar o mantener la calidad.

Resumen Gráfico

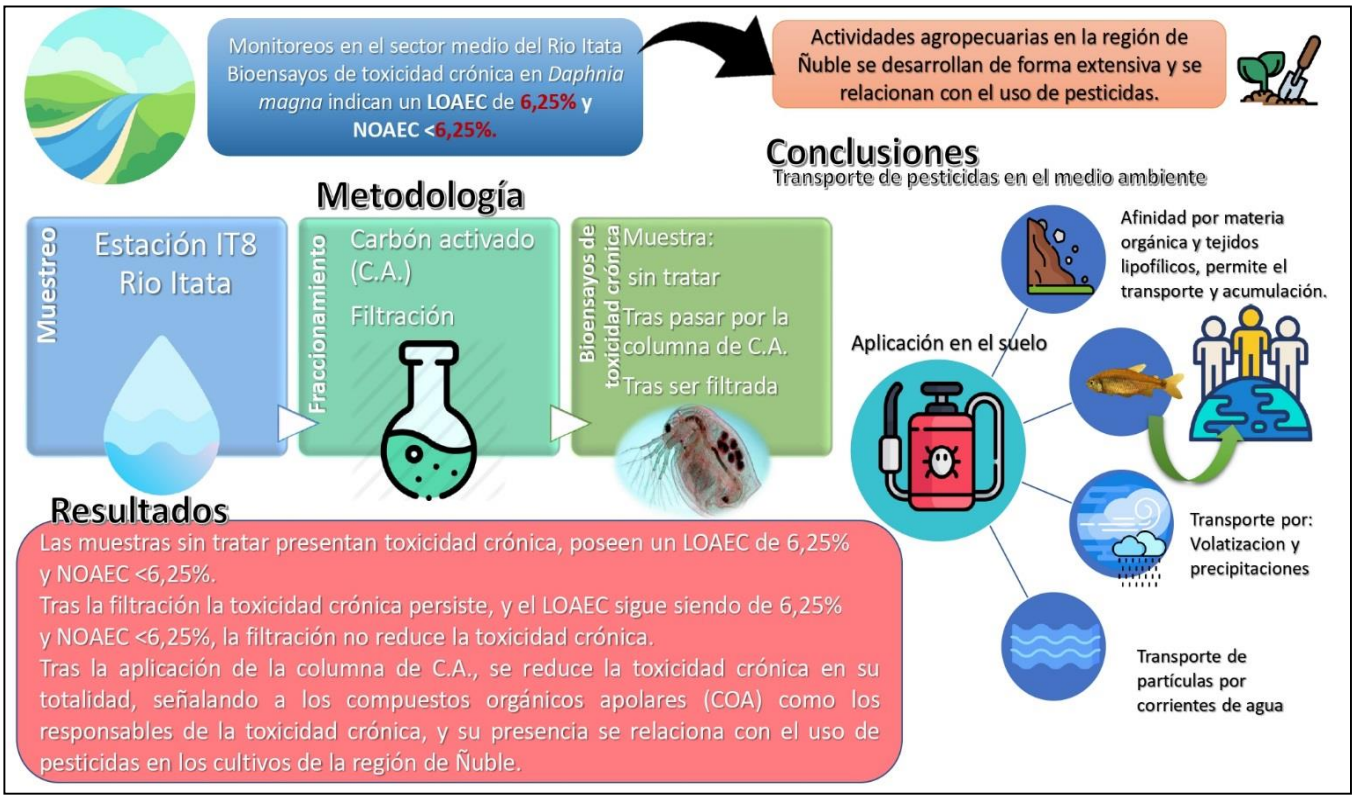


Evaluación de la toxicidad crónica del sector medio del rio Itata en organismos bioindicadores Daphnia manga mediante técnicas de fraccionamiento

Autores: Camila Jara y Roberto Urrutia

Resumen: La región de Ñuble se destaca por su marcada identidad agrícola y sus altos porcentajes de población rural, dentro de esta zona se localiza la cuenca del rio Itata, este complejo sistema hídrico recibe aportes de múltiples ríos y su cauce principal abarca toda la región, originándose en la cordillera y desembocando en la costa. De acuerdo con estudios y monitoreos llevados a cabo en distintos puntos de la región, se ha registrado la presencia de plaguicidas en altas concentraciones, en muestras de agua superficial y sedimento del rio Ñuble y Chillan. Además, se ha detectado toxicidad crónica en el bioindicador Daphnia magna, en muestras de agua superficial provenientes del sector medio del rio Itata. El objetivo de este estudio fue evaluar los compuestos causantes de la toxicidad crónica registrada e identificar sus fuentes, mediante la metodología de fraccionamientos TIE, esto nos permite descartar o confirmar los compuestos responsables de la toxicidad. Los fraccionamientos aplicados fueron: filtración con membranas de nitrato de celulosa y filtración con carbón activo, con el fin de confirmarlos solidos suspendidos y los compuestos orgánicos apolares respectivamente, como los responsables de la toxicidad. Los bioensayos de toxicidad crónica permiten evaluar y cuantificar los efectos nocivos de la muestra, exponiendo a un grupo de organismos bioindicadores a distintas diluciones de muestra, para este estudio se utilizó como bioindicador a la Daphnia magna. El objetivo es registrar la reproducción de los individuos y analizar estos datos en un software estadístico, para obtener valores LOAEC y NOAEC, el primero nos indica la menor concentración en que la muestra resulta ser nociva para el bioindicador, el segundo en que concentración no se observan efectos en los organismos, por lo tanto, esta metodología nos permite comparar los valores de LOAEC y NOAEC obtenidos antes y después de los fraccionamientos, determinando si la toxicidad fue eliminada producto de estos. Tras el análisis se determinan que los valores de LOAEC y NOAEC para las muestras sin tratar fueron de 6,25% y <6,25% respectivamente, del mismo modo, las muestras filtradas con membranas de celulosa poseen un LOAEC de 6,25% y NOAEC<6,25%, sin embargo las muestras filtradas con carbón activo no mostraron tener un efecto nocivo en la reproducción de los organismos, no se observan diferencias con el bioensayo de control por lo tanto no poseen valores LOAEC y NOAEC, se determina que el tratamiento con carbón activo logro reducir la toxicidad casi en su totalidad. Esto nos indica que los compuestos orgánicos apolares son los responsables de la toxicidad crónica, los cuales se relacionan con la producción agrícola desarrollada en la zona, ya que estas prácticas utilizan grandes cantidades de plaguicidas que son transportados entre los compartimientos ambientales.

Resumen Gráfico

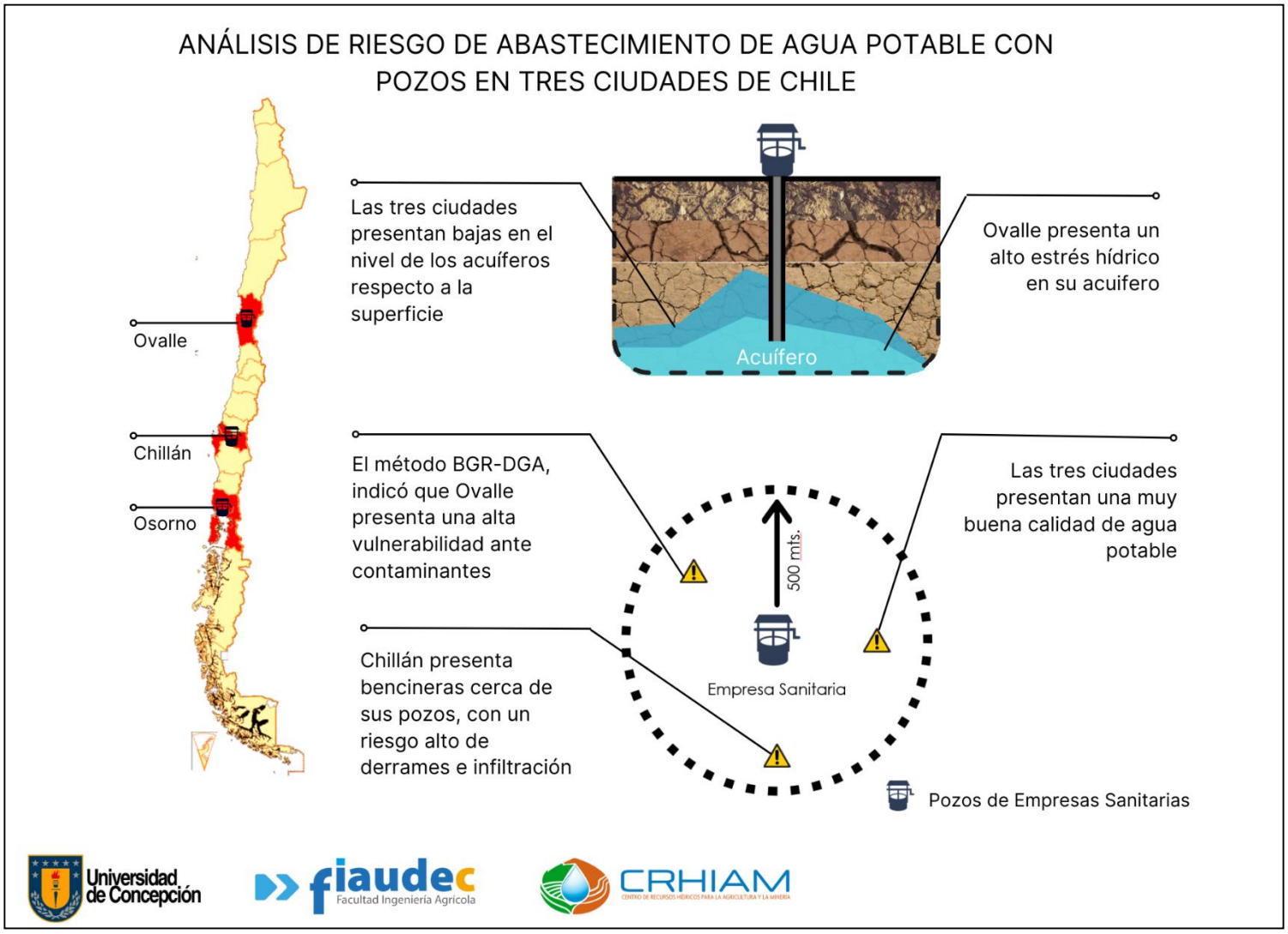


Análisis de riesgo de abastecimiento de agua potable con pozos en tres ciudades de Chile

Autores: Javier Zárate Rodríguez, José Luis Arumí, Luis Seminario Salas y Jerónimo Paredes Cáceres

Resumen: El objetivo de este estudio es analizar el riesgo del abastecimiento de agua potable mediante pozos en tres ciudades de Chile. Para representar distintas zonas de Chile, se escogieron las ciudades de Ovalle, Chillán y Osorno, identificando los pozos que las abastecen, analizando los riesgos y vulnerabilidades ante contaminación y escasez hídrica. Respecto a la disponibilidad hídrica se llevó a cabo un análisis en los niveles del acuífero y un balance hídrico preliminar en los sectores hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC) respectivos. Respecto a los contaminantes que pudiesen afectar los acuíferos, se utilizó el método BGR, oficial de la DGA, para determinar la vulnerabilidad antes ellos, además, se realizó un análisis en la calidad del agua potable que se consume en las ciudades y, por último, se identificó los riesgos según los usos del suelo en las cercanías. Como resultados se obtuvo que Ovalle presenta una alta vulnerabilidad, además, un estrés hídrico muy alto en su respectivo SHAC, lo que se vería reflejado en los niveles estáticos con una baja del 41% en el año 2020 respecto al año 2015. Respecto a Chillán, presenta una baja vulnerabilidad, además, un estrés hídrico alto en su respectivo SHAC, lo que se vería reflejado en los niveles estáticos con una baja del 18% en el año 2020 respecto al año 2015. Finalmente, Osorno presenta una baja vulnerabilidad, además, un estrés hídrico bajo en su respectivo SHAC, sin embargo, los niveles estáticos sufrieron una baja del 25% en el año 2020 respecto al año 2015.

Resumen Gráfico

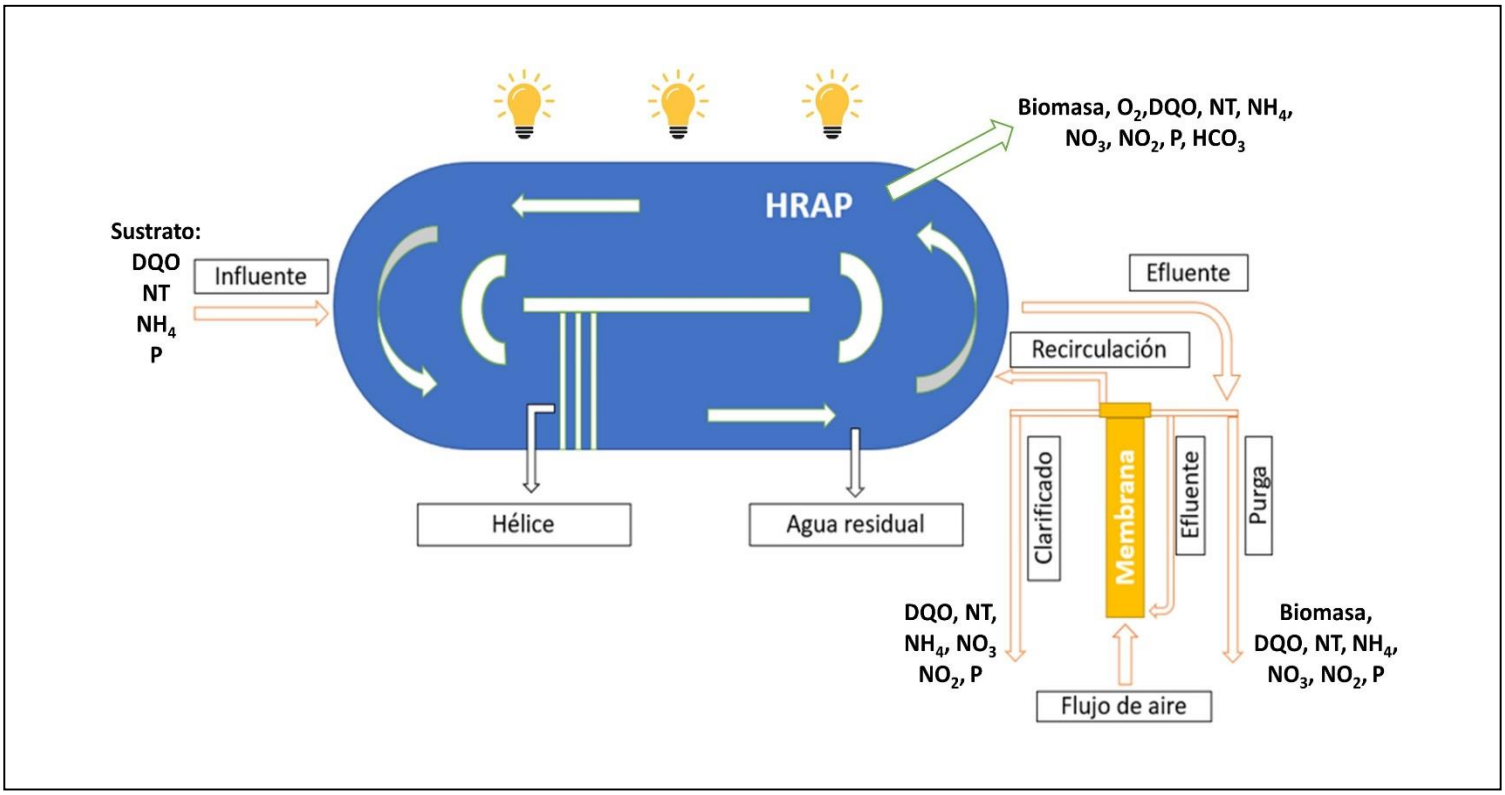


Retención de biomasa como herramienta para mejorar el tratamiento de aguas residuales rurales con microalgas-bacterias en reactores tipo raceway

Autores: Aníbal Rojo, Jineth Arango y David Jeison

Resumen: El uso de consorcios microalgas-bacterias en reactores raceway (HRAP) para tratamiento de aguas se ha alzado como una interesante alternativa debido a su fácil operación y bajo costo. Sin embargo, este presenta limitaciones, tales como la elevada área que se necesita para tratar grandes volúmenes y la dificultad para separar la biomasa del efluente debido a su baja sedimentabilidad. Para mejorar este proceso, se ha propuesto el uso de membranas de filtración. Estas permiten retener y recircular la biomasa al interior del reactor, pudiendo operar a mayores concentraciones, lo que a su vez permitiría operar a una mayor carga, disminuyendo el tamaño necesario de los reactores para obtener un buen desempeño en términos de remoción de DQO, N y P en el efluente, además de permitir obtener un clarificado de alta calidad. Sin embargo, no está claro hasta que punto una mayor retención de biomasa favorece el proceso, ya que ocurre un proceso de oscuración, limitando la actividad algal y por tanto la producción de oxígeno para las bacterias heterótrofas y nitrificantes. Esto, sumado a la escaza literatura sobre el uso de membranas en reactores HRAP, indica que se requiere profundizar en estos aspectos para evaluar el posible uso de esta tecnología en comunidades rurales. En este estudio, se han comparado el desempeño de dos reactores tipo raceway de algas-bacterias, uno usando la tecnología tradicional y otro equipado con una membrana de filtración, operándose a distintos tiempos de retención hidráulico. Se concluyó que el reactor con membrana, operándose a una carga elevada en la que el reactor tradicional no era capaz de obtener resultados adecuados, logra elevados porcentajes de remoción de DQO, N y P, pudiendo así trabajar con un reactor más pequeño. Además, el clarificado obtenido permite solucionar el problema de la separación de la biomasa del efluente. Por último, el mayor tiempo de retención de sólidos permitió que una mayor cantidad del nitrógeno presente en el influente fuera asimilada por la biomasa, lo cual resulta importante para una posterior revalorización de esta.

Resumen Gráfico

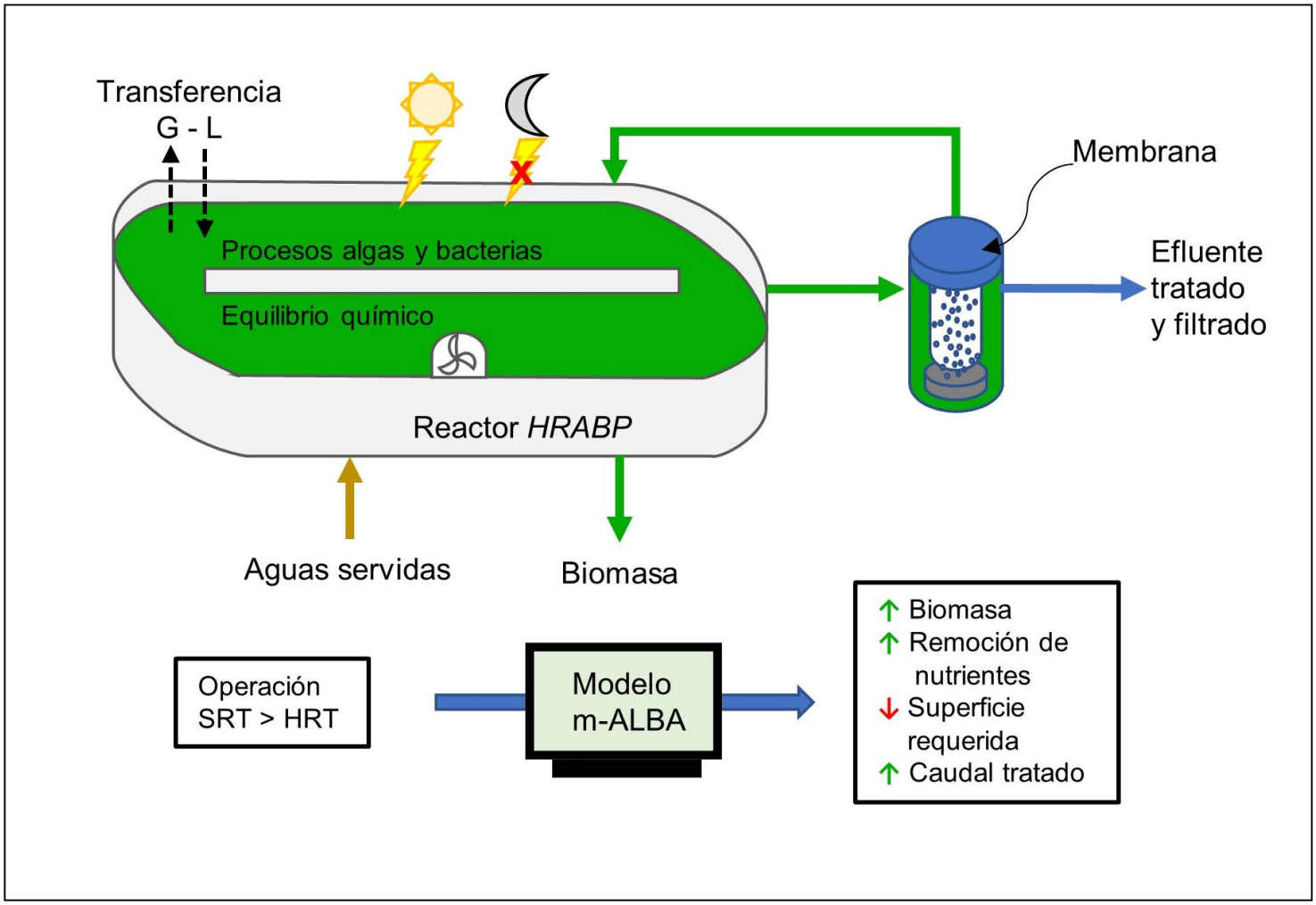


Efecto de la retención de sólidos en un reactor HRAP para el tratamiento de aguas residuales: análisis basado en simulación

Autores: François Crouchett, David Jeison, Francesca Casagli, Olivier Bernard y Jineth Arango

Resumen: Los cultivos mixtos de microalgas y bacterias son capaces de alcanzar elevadas tasas de remoción de nitrógeno, fósforo y materia orgánica en el tratamiento de aguas servidas. Para esto, uno de los sistemas más comunes son los llamados High-Rate Algal Pond (HRAP) a menudo operado en modalidad continua. Sin embargo, la tasa de crecimiento de los microrganismos limita la operación, debido a que se lava del reactor. Una manera de evitar este problema es desacoplar el tiempo de retención de sólidos (SRT) del tiempo de retención hidráulico (HRT) a través de membranas de microfiltración. Esto permite el incremento de la concentración de la biomasa dentro del reactor, así como la capacidad de tratamiento del HRAP. En este estudio se analiza el efecto de desacoplar SRT de HRT sobre el desempeño de consorcios microalgas-bacterias en el tratamiento de aguas, a través de modelación matemática. Diferentes escenarios (SRT = 4,5, 9,0, 13,5 y 22,5 [d] y HRT = 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 y 4,5 [d]) fueron asumidos para ser simulados. Los resultados obtenidos muestran mejora en la calidad del efluente al aumentar los valores de SRT y mayor capacidad de tratamiento gracias a la posibilidad de tratar a menores valores de HRT. Los mejores resultados corresponden a escenarios a HRT = 1,5 [d]. Debajo de este valor, la composición del ecosistema microbiano no permite el correcto desempeño del sistema, presumiblemente por la disponibilidad de oxígeno en el reactor.

Resumen Gráfico

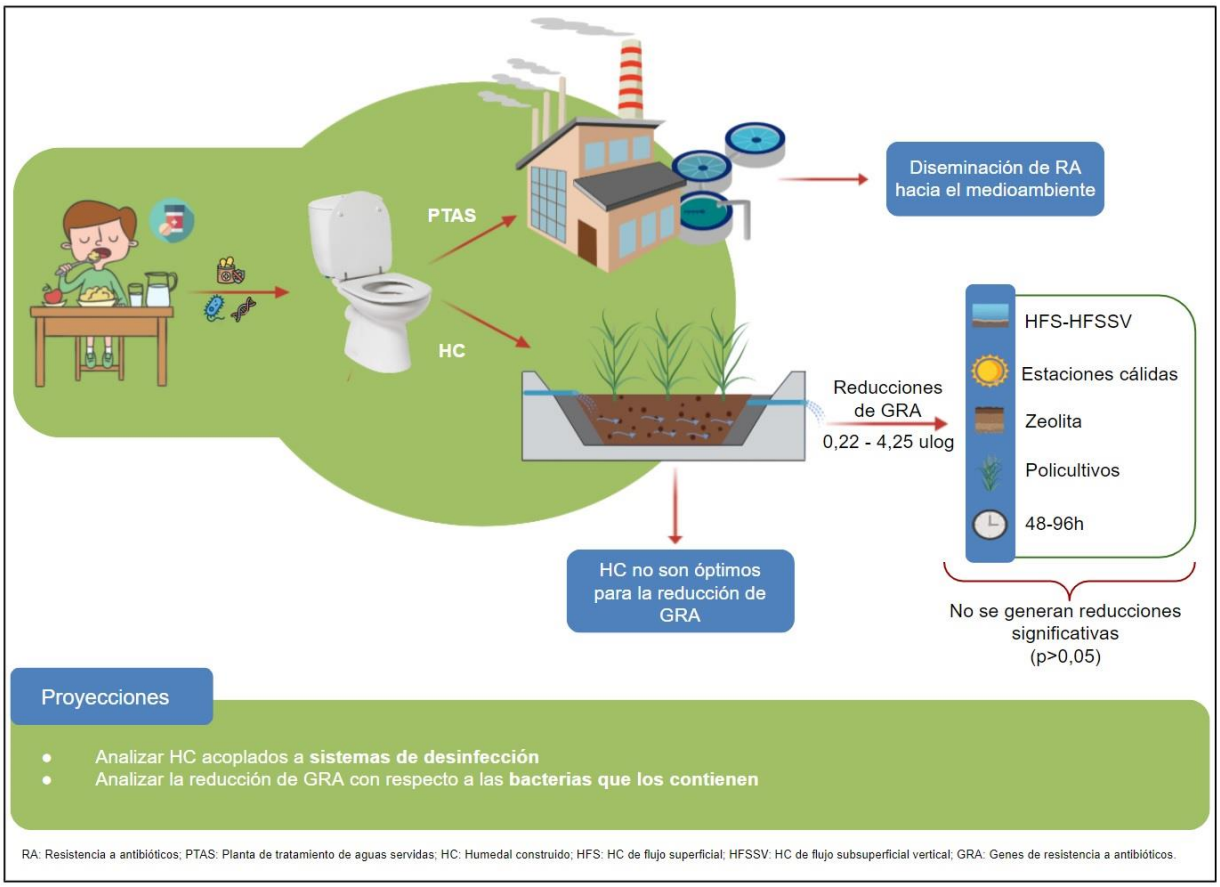


Evaluación de la configuración y parámetros de operación sobre la reducción de genes de resistencia a antibióticos en humedales construidos para tratar aguas servidas

Autores: Naomi Monsalves, Ana María Leiva y Gladys Vidal

Resumen: La resistencia a los antibióticos (RA) corresponde a uno de los principales problemas en salud pública, en donde se estima que al año 2050 ésta será una de las principales causas de muerte en la población. Diversos estudios señalan a las aguas servidas (AS) como reservorios de RA debido al consumo constante de antibióticos lo cual genera la liberación tanto de estos como de genes de resistencia a los antibióticos (GRA) y bacterias resistentes a los antibióticos (BRA) hacia estas matrices. Estudios también indican que las plantas de tratamiento de AS (PTAS) no están diseñadas para eliminar estos contaminantes y que por el contrario, contribuyen a aumentar la cantidad de elementos de RA en las AS tratadas. Los humedales construidos (HC) han surgido como una posible tecnología de tratamiento para reducir estos contaminantes, pero debido a las diversas contradicciones en la literatura con respecto al comportamiento de los HC en la reducción de GRA, es que este trabajo de revisión bibliográfica buscó evaluar las reducciones de GRA logradas bajo diferentes configuraciones y parámetros de operación. Los resultados obtenidos indicaron que la configuración híbrida HFS-HFSSV logró mejores reducciones de GRA con 2,45 ulog. Con respecto a los parámetros de operación evaluados, los HC lograron mayores reducciones de GRA al operar en estaciones cálidas, utilizando zeolita como sustrato, plantados a la forma de policultivos y con tiempo de retención hidráulico (TRH) en el rango de 48-96h, ya que generaron reducciones 1,77, 0,42, 0,20 y 0,59 ulog mayores a su contraparte evaluada. Sin embargo, tanto para el tipo de configuración como para los parámetros de operación evaluados, no se generaron reducciones significativas ($p>0,05$). Se sugieren dos razones por la cual pudo darse este resultado, la primera de estas es la metodología utilizada en este trabajo de revisión bibliográfica, ya que los datos utilizados se obtuvieron desde estudios provenientes de diversos países en donde las prescripciones de antibióticos y los hábitos de las comunidades son diferentes, mientras que la segunda razón puede estar dada a que los HC no son tecnologías óptimas para la reducción de GRA ya que en estas se produce la adhesión de GRA y BRA tanto en sustratos, raíces y biopelículas, por lo cual pueden actuar como reactores genéticos aumentando la abundancia de GRA en los efluentes. Debido a esto, se sugieren realizar estudios en HC acoplados a sistemas de desinfección y análisis en la reducción de GRA con respecto a las bacterias que los contienen.

Resumen Gráfico

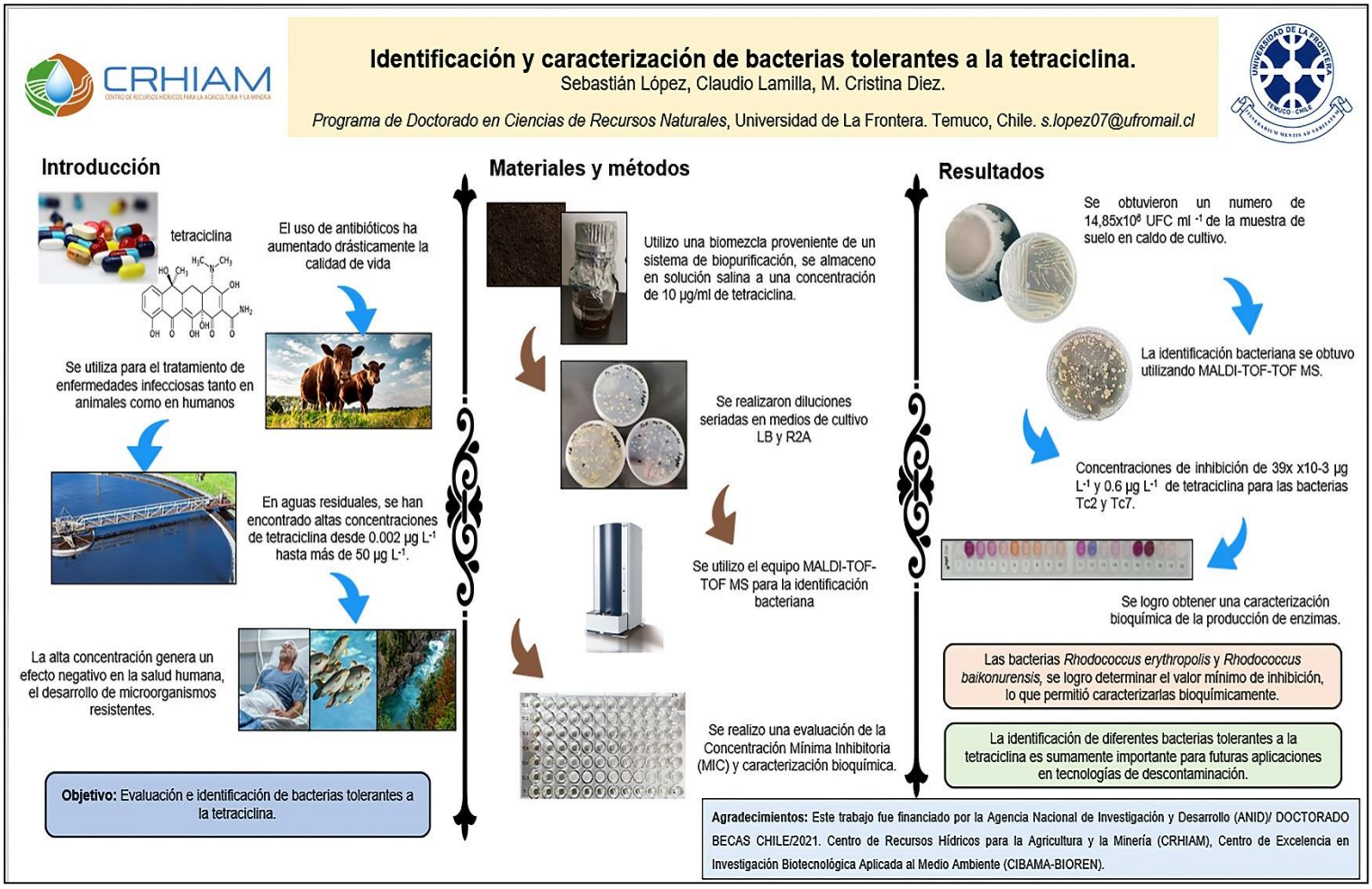


Identificación y caracterización de bacterias tolerantes a la tetraciclina

Autores: Sebastián López, Claudio Lamilla y María Cristina Diez

Resumen: El uso de antibióticos ha aumentado drásticamente la calidad de vida en todo el mundo, aumentando el uso inadecuado y excesivo de antibióticos. La tetraciclina es un producto farmacéutico de gran importancia; se utiliza para la prevención y el tratamiento de enfermedades infecciosas tanto en animales como en humanos. Las aguas residuales domésticas contienen, además de cargas orgánicas, altas concentraciones de tetraciclina desde 0.002 µg L-1 hasta más de 50 µg L-1. Dependiendo de las actividades agroindustriales, ganaderas u otras, se pueden encontrar altas concentraciones de este antibiótico en las aguas residuales. El objetivo de este estudio es la evaluación e identificación de bacterias tolerantes a la tetraciclina. Se utilizo una biomezcla proveniente de un sistema de biopurificación, extraída a una profundidad de 0-60 cm. El suelo se almaceno en solución salina a una concentración de 10 µg/ml de tetraciclina. Se realizaron diluciones seriadas en medios de cultivo LB y R2A y se realizo un recuento en placa. Se obtuvieron un numero de 14,85x106 UFC ml -1 de la muestra de suelo en caldo de cultivo. La identificación bacteriana se obtuvo utilizando MALDI-TOF-TOF MS. Se obtuvieron concentraciones de inhibición de 39x x10-3 µg L-1 y 0.6 µg L-1 para las bacterias Tc2 y Tc7, respectivamente. Finalmente, se llevo a cabo una caracterización bioquímica de las bacterias Tc2 y Tc7 para la identificación en la producción de enzimas. La identificación de diferentes bacterias tolerantes a la tetraciclina es sumamente importante para futuras investigaciones sobre algún tratamiento del contaminante emergente y futuras aplicaciones en alguna tecnología de descontaminación.

Resumen Gráfico

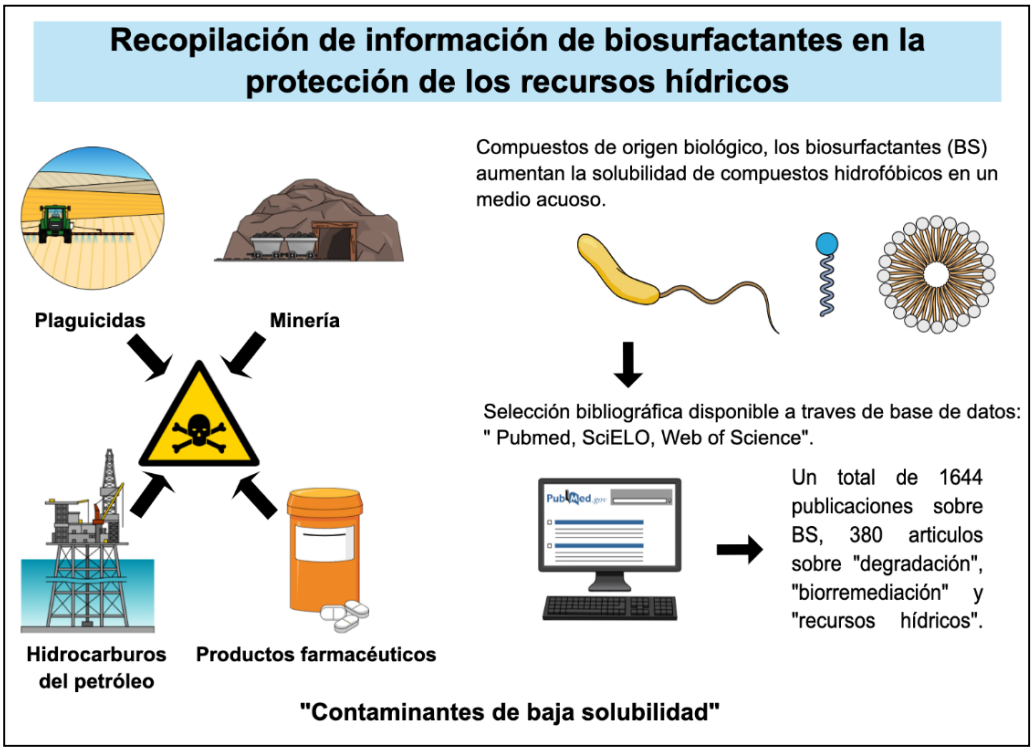


Recopilación de información de biosurfactantes en la protección de los recursos hídricos

Autores: Andrés Huenchupan, Claudio Lamilla, Marcela Levío y María Cristina Diez.

Resumen: Los recursos hídricos (RH) son de gran importancia para nuestro planeta. De un total de 1386 millones de kilómetros cúbicos de agua, el 97,5% corresponde al agua salada y solo un 2,5% es agua dulce. Este porcentaje de agua dulce se reduce a una fracción más pequeña para el consumo humano. Las actividades antropogénicas, han causado la contaminación de los RH, generando graves daños al medioambiente, a los ecosistemas acuáticos, a la salud humana y perdida de la calidad del agua y la biodiversidad. Existen muchas actividades (agrícolas, industriales, entre otros) que afectan los RH. Una de alto impacto en Latinoamérica es la minería, asociado a la presencia de metales pesados (cadmio, zinc, cobre, arsénico, cromo, entre otros), los cuales contaminan los cuerpos de agua. Los productos farmacéuticos también son un foco de contaminación, donde la principal vía de contaminación son las descargas de aguas servidas. Los hidrocarburos de petróleo también han causado graves daños al ecosistema, producto de derrames causados accidentalmente. Los plaguicidas han sido utilizados en los últimos años en la agricultura para una mayor producción y protección de los cultivos, pero el uso indiscriminado de este tipo de compuestos ha ocasionado contaminación de suelos y cuerpos de agua. Para minimizar o eliminar los efectos de estos contaminantes, el uso de biosurfactantes (BS) ha cobrado interés en los últimos años, debido a la naturaleza química de este tipo de compuestos lo cual es un factor fundamental para la recuperación de sitios contaminados. El objetivo de este trabajo es recopilar información reciente sobre los BS con aplicación en la biorremediación de los RH contaminados, y así determinar la aplicación de BS, en el proceso de degradación de contaminantes de baja solubilidad. La metodología empleada fue la selección bibliográfica disponible a través de base de datos como PubMed, Web of Science, SciELO, ScienceDirect, utilizando las siguientes palabras claves: “biosurfactantes”, “surfactantes”, “degradación” y “biorremediación”, “recurso hídrico” entre los años del 2016 y 2021. Los resultados mostraron que existen alrededor de 1.644 publicaciones relacionadas con BS, donde 380 artículos se relacionan con los conceptos de “degradación”, “biorremediación” y “RH”. Estos resultados, nos demuestran la importancia actual de los BS en el mundo académico de distintas aplicaciones, en especial en la biorremediación, donde el 23 % de los artículos exponen esa aplicación. De los estudios revisados se destacan los BS producidos por Pseudomona aeruginosa, con aplicación en la biodegradación de hidrocarburos, metales pesados y plaguicidas, como también el BS surfactina producido por Bacillus sp con aplicación en biodegradación de metales pesados presentes en agua contaminadas. Los BS se han convertido en una alternativa real para aumentar la biodisponibilidad de los contaminantes para la biorremediación, que han ingresado a los ecosistemas producto de la acción humana, en especial los que afectan el recurso hídrico y el medioambiente, para una posterior biorremediación.

Resumen Gráfico



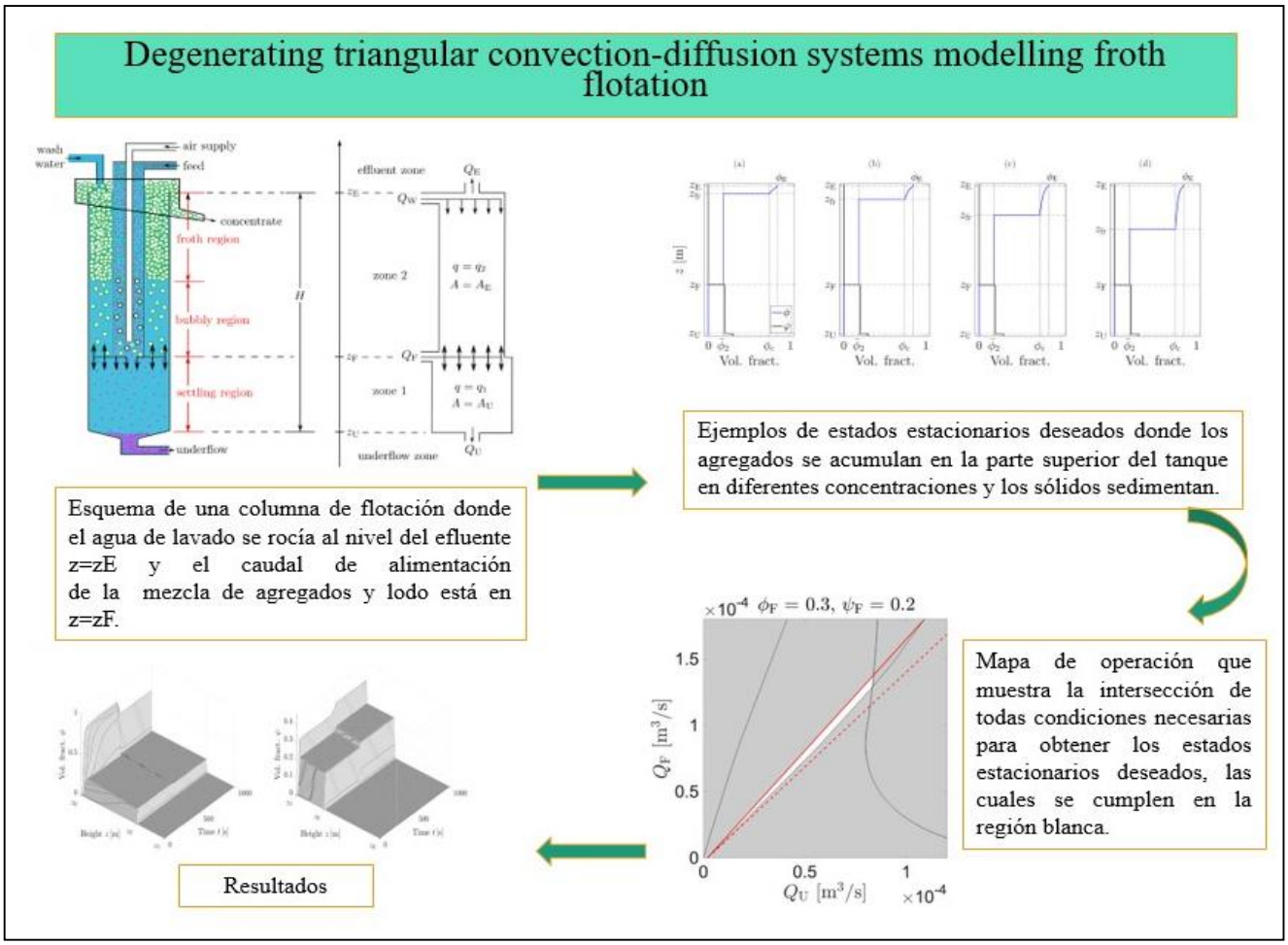
Degenerating triangular convection-diffusion systems modelling froth flotation

Autores: Raimund Bürger, Yolanda Vásquez, Stefan Diehl y María del Carmen Martí

Resumen: El proceso de flotación es una operación unitaria utilizada en el procesamiento de minerales. Sirve para separar partículas de minerales valiosos de partículas de ganga sin valor. Las partículas valiosas son hidrofóbicas y se adhieren a las burbujas de aire inyectadas en la pulpa. Esto crea agregados de partículas de burbujas que se elevan hasta la parte superior de la columna de flotación donde se acumulan en una capa de espuma que se elimina a través de un lavado para su posterior procesamiento. Al mismo tiempo, las partículas de ganga hidrofóbicas (atraídas por el agua) sedimentan y se eliminan continuamente. El drenaje de líquido debido a la capilaridad es esencial para la formación de una capa de espuma estable. Este efecto se incluye en un sistema hiperbólico previamente formulado de ecuaciones diferenciales parciales que modela las fracciones de volumen de agregados flotantes y sedimentación de sólidos hidrofílicos [R. Bürger, S. Diehl y M.C. Martí, IMA J. Appl. Matemáticas. 84 (2019) 930–973]. En este estudio se detalla la construcción de las soluciones de estados estacionarios deseados con una capa de espuma en la parte superior de la columna de flotación y se visualizan en los mapas operativos las condiciones de viabilidad para las fracciones de volumen y los flujos volumétricos de alimentación, subdesbordamiento y agua de lavado. Se deriva y emplea un esquema numérico monótono para simular el comportamiento dinámico de una columna de flotación. En general, el análisis de estado estacionario, las propiedades de acotación de las soluciones numéricas y los resultados de la simulación indican que el modelo es útil para la simulación de columnas de flotación y podría usarse, por ejemplo, para simular el efecto de varias acciones de control alternativas.

[1] R. Bürger, S. Diehl y M.C. Martí, A system of conservation laws with discontinuous flux modelling flotation with sedimentation, IMA J. Appl. Math., 84:930-973, 2019.

Resumen Gráfico

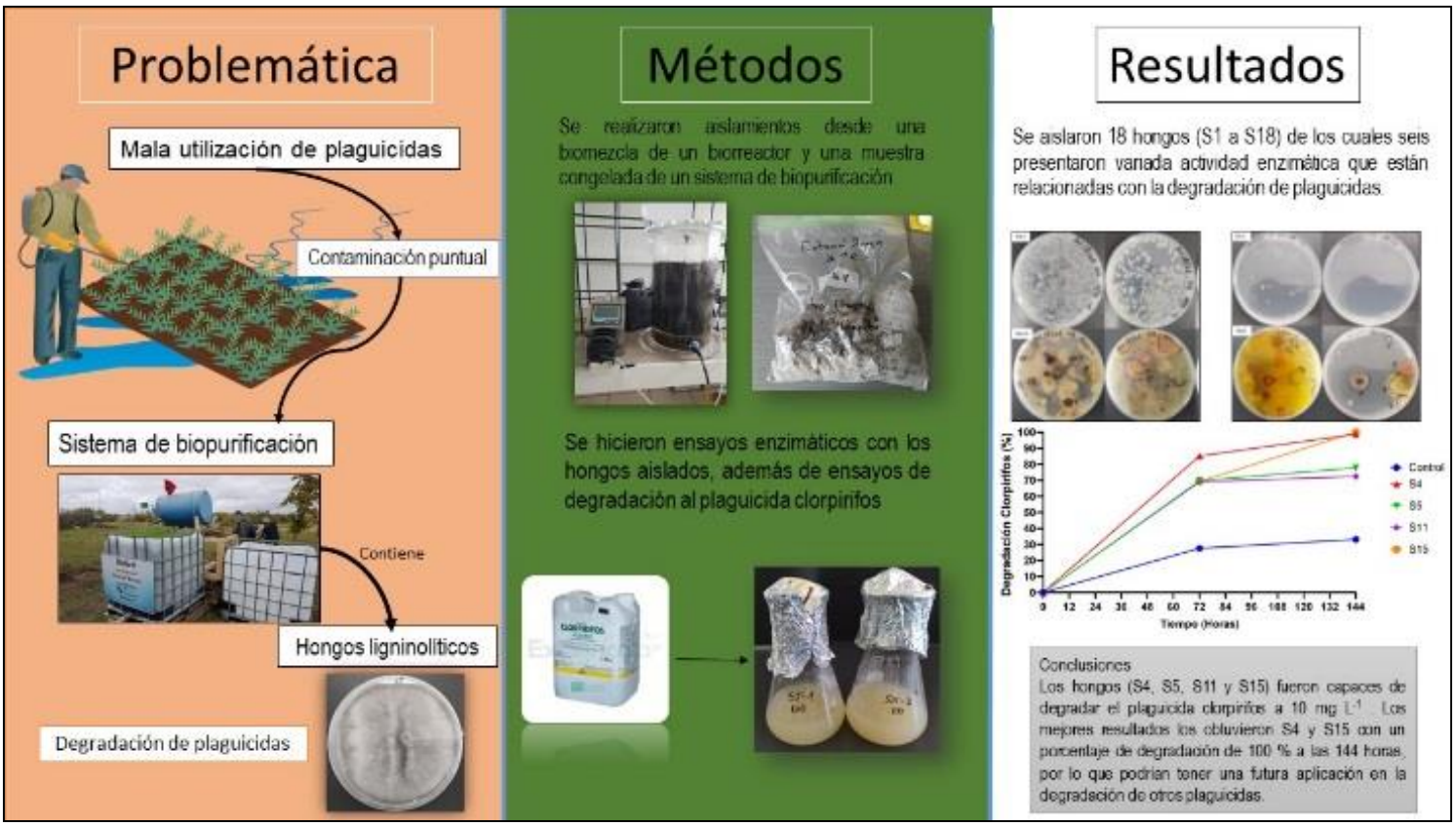


Identificación y caracterización de hongos tolerantes a plaguicidas comerciales extraídos desde un sistema de biopurificación

Autores: Sebastián Rojas, Claudio Lamilla y María Cristina Diez

Resumen: Los plaguicidas son compuestos químicos que se utilizan en la industria agrícola para el control y eliminación de plagas. Los cuales por su mala utilización se producen problemas de contaminación puntual, lo que puede afectar los ecosistemas. Se realizaron dos aislamientos de microorganismos, desde una biomezcla de un biorreactor y desde una muestra congelada proveniente de un sistema de biopurificación ubicado en el Campo experimental Maquehue. Se logró aislar 18 hongos con características morfológicas distintas, se les designo el nombre S1 a S18. Posteriormente se realizaron ensayos enzimáticos utilizando medios con ABTS y azul de remazol para analizar la presencia de enzimas ligninoliticas, además de un ensayo en medio R2A con diferentes sustratos para confirmar la presencia de enzimas extracelulares (proteolítica, celulítica, amilasas y lipolíticas). Con estos hongos y mediante la utilización de un kit Apizym, A continuación, se realizaron ensayos de tolerancia al plaguicida clorpirifos en caldo papa dextrosa a diferentes concentraciones (10 mg L^{-1} y 100 mg L^{-1}), Con los hongos restantes (S4, S5, S11 y S15), se realizó una curva del crecimiento diametral. Finalmente se realizo un ensayo de degradación de clorpirifos desde una concentración de 10 mg L^{-1} durante 144 horas, Finalmente, desde una biomezcla proveniente de un sistema de biopurificación es posible el aislamiento de hongos ligninolíticos. Seis hongos demostraron tener las enzimas extracelulares fosfatasa alcalina, celulítica y lacasa que están relacionadas en la degradación de plaguicidas. Cuatro hongos fueron capaces de degradar el plaguicida clorpirifos a 10 mg L^{-1}.

Resumen Gráfico

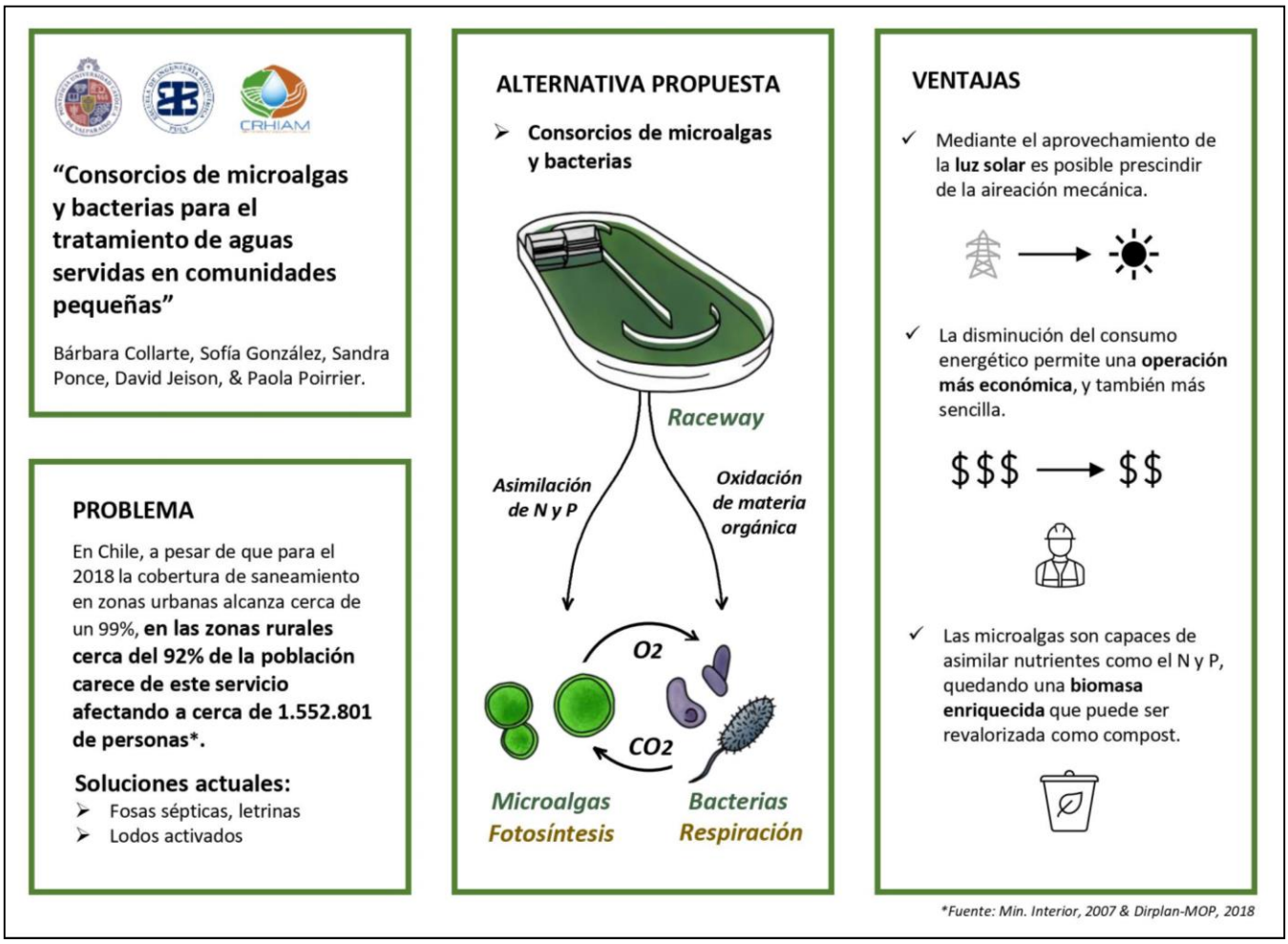


Evaluación técnico-económica de una planta de tratamiento de aguas servidas para comunidades pequeñas utilizando consorcios de microalgas y bacterias

Autores: Bárbara Collarte, Sofía González, Sandra Ponce, David Jeison, y Paola Poirrier

Resumen: En este trabajo se realiza una evaluación técnica y económica de una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) que utiliza consorcios de microalgas y bacterias en el tratamiento secundario. Estos microorganismos se relacionan de forma sintrófica, de manera que a través del proceso de fotosíntesis las microalgas entregan a las bacterias el oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica. Así, al incorporar microalgas es posible prescindir de sistemas mecánicos de aireación para oxigenar el cultivo, reduciendo significativamente los gastos operacionales involucrados en el tratamiento. Los consorcios son cultivados en un reactor de tipo raceway pond en donde, además de llevarse a cabo la oxidación de materia orgánica, se produce la asimilación de nitrógeno y fósforo por parte de las microalgas. Esto representa una segunda ventaja, ya que el lodo producido en la PTAS está enriquecido en nutrientes y puede ser revalorizado a través de la producción de compost. La ubicación de la PTAS es en Rungue, una localidad rural en la comuna de Tiltil de la Región Metropolitana. Esta localidad tiene una población de alrededor de 800 habitantes, con una proyección de 1.150 al año 2040. Además, tiene una superficie de 95,9 km2 y condiciones ambientales de radiación y temperaturas adecuadas para llevar a cabo el tratamiento de las aguas servidas. La evaluación técnica y económica de esta PTAS indica que el uso de consorcios de microalgas y bacterias permite un ahorro energético del 54% en comparación a plantas convencionales con sistemas de lodos activados, y que su implementación radicaría en una tarifa de $455 por m3 de agua servida tratada.

Resumen Gráfico

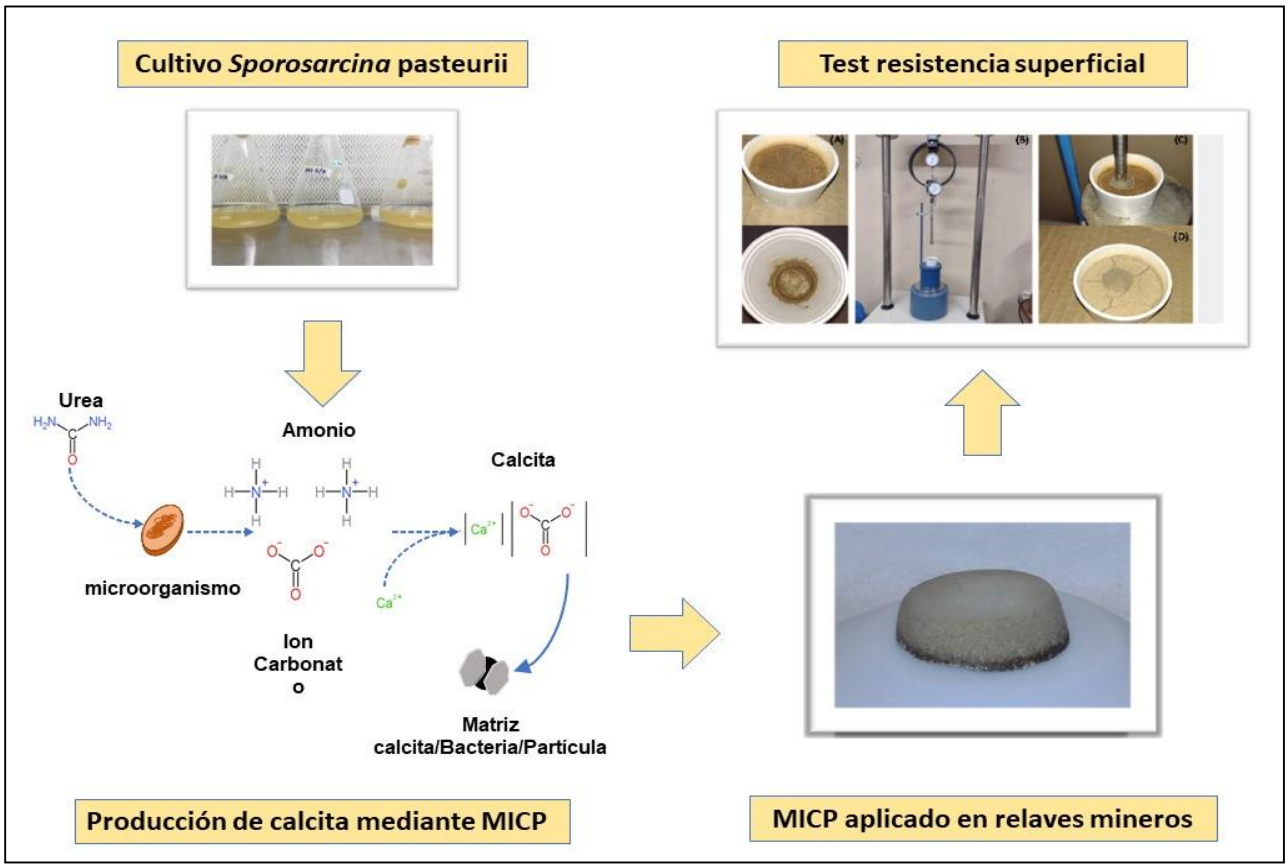


Caracterización del proceso de precipitación de calcita inducida por microorganismos aplicado a la biocementación de relaves mineros

Autores: Héctor Zúñiga, Javiera Toledo, Lorena Jorquera, Mariella Rivas y David Jeison

Resumen: Las actividades mineras ofrecen evidentes beneficios económicos potenciales para los países ricos en minerales. Sin embargo, las operaciones mineras pueden producir una serie de impactos ambientales. Muchos de ellos están asociados a la generación y gestión de los residuos. Particularmente, la contaminación del aire por emisiones de polvo desde los depósitos de relaves, eventualmente producen daños a ecosistemas locales y efectos negativos para la salud de las personas que trabajan en las faenas mineras, y que viven en las proximidades de los depósitos. El MICP puede ser una alternativa interesante para mejorar el control de las emisiones de polvo. Los puentes de calcita producidos durante el tratamiento superficial de los suelos con MICP aumentan la cohesión, lo que da lugar a la formación de una costra sobre el material tratado, que aumenta la resistencia a la erosión por el viento. Este estudio busca caracterizar el proceso de precipitación MICP aplicado a la biocementación superficial del relave. Las pruebas fueron realizadas en batch y diferentes tipos de tratamientos fueron aplicados a las muestras de relaves. a) MICP: Se añadió caldo de cultivo de S. pasteurii y un medio de biocementación compuesto por urea y cloruro de calcio. b) Control negativo: Se añadió el medio de biocementación sin adición de microorganismos. c) Blanco: Se añadió únicamente agua. Las pruebas se mantuvieron almacenadas durante 10-60 y 120 días. Se midió la conductividad térmica y la resistencia superficial de los relaves biocementados para evaluar el desempeño del proceso. Primero, no se observa diferencias significativas en la resistencia superficial de las muestras evaluadas en el tiempo en ningún tipo de tratamiento. Particularmente, en el caso del tratamiento con MICP, se determinó que la concentración de calcio es un factor relevante en el desempeño del proceso. Se observo que la resistencia superficial se incrementa cuando la concentración de calcio (0.3M) se aumentó 3.7 veces, alcanzando una resistencia de 7.4±1.0 MPa. La máxima resistencia (9.2±0.3 MPa) se obtuvo usando la concentración de calcio de 2.5M. Adicionalmente, se estimó que el rendimiento de la precipitación de calcio fue entre 40% a 80%. Finalmente, en el caso de los controles negativos, se observó un efecto cementante, incrementándose la resistencia superficial en valores similares a las muestras tratadas con MICP para dosis equivalentes de medio de biocementación y se estimó que el rendimiento de la precipitación de calcio fue entre 25% y 50%. Efecto cementante que se le atribuye a descomposición química de la urea.

Resumen Gráfico

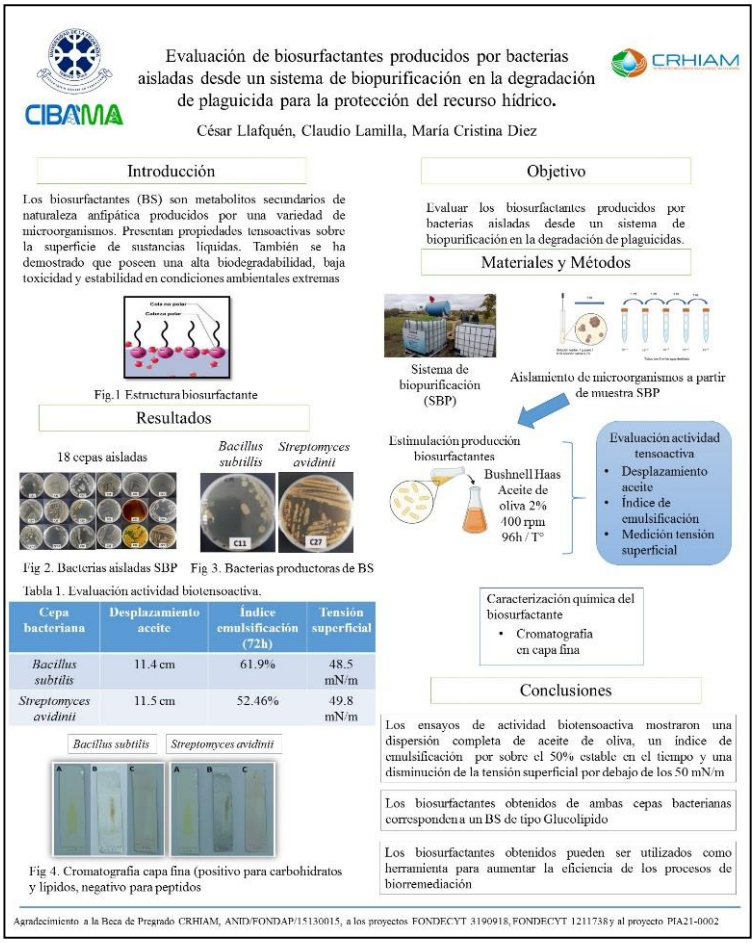


Evaluación de biosurfactantes producidos por bacterias aisladas desde un sistema de biopurificación en la degradación de plaguicidas para la protección del recurso hídrico

Autores: César Llafquén, Claudio Lamilla y María Cristina Diez

Resumen: Los biosurfactantes son agentes anfipáticos producidos por diferentes tipos de microorganismos como, bacterias, hongos y algunas levaduras, su principal función es permitir que estos microorganismos se desarrollen en sustratos inmiscibles en agua, permitiendo obtener un sustrato de mayor disponibilidad para absorción y metabolismo. Debido a sus propiedades están siendo utilizados por variados sectores productivos, incluido la industria medio ambiental, utilizándolos como optimizadores de los procesos de biorremediación de contaminantes tóxicos como por ejemplo la contaminación puntual producida por los plaguicidas. Esta contaminación se da por un mal manejo, equipos defectuosos, derrames o fugas durante la carga, mezcla o en la limpieza de los equipos de aspersión durante una temporada de cultivo. Existe un sistema eficiente diseñado para recolectar y descontaminar los restos de plaguicidas dejados en la utilización de estos, denominados sistemas de biopurificación o lechos biológicos. La eficiencia de estos sistemas se basa en la capacidad de retención y degradación de la biomezcla a través de la acción de los microorganismos. Sea ha reportado que microorganismos presentes en estos sistemas tienen la capacidad de producir biosurfactantes los que aumenta la eficiencia del proceso de biorremediación. De lo anterior el objetivo general de este trabajo es "Evaluar los biosurfactantes producidos por bacterias aisladas desde un sistema de biopurificación en la degradación de plaguicidas". De una muestra obtenida desde un sistema de biopurificación en la degradación de plaguicida, fue posible aislar 18 cepas bacterianas diferentes. Dos cepas bacterianas fueron seleccionadas como productoras de biosurfactantes, obteniendo la mayor eficiencia de producción en medio Bushnell Haas adicionando aceite de oliva 2% como fuente de carbono, a una agitación constante de 400 rpm durante 96 h a T° ambiente. Una identificación mediante Maldi-Tof mostro que las cepas corresponden a un *Bacillus subtilis* y un *Streptomyces avidinii*. Se realizaron ensayos para determinar la actividad biotensoactiva donde se obtuvo una dispersión total de aceite de oliva y una disminución superficial por debajo de los 50 mN/m, lo cual se relaciona con resutlados obtenidos con otros autores a partir de *Bacillus Subtilis* y *Streptomyces* . Una identificación de la composición química de los biosurfactantes generados arrojo que ambos corresponden a un biosurfactante de tipo glucolípido, esto se puede deber a la fuente de carbono utilizada. Los biosurfactantes obtenidos pueden eventualmente ser utilizados como aumentadores de la eficiencia para la degradación de plaguicidas.

Resumen Gráfico

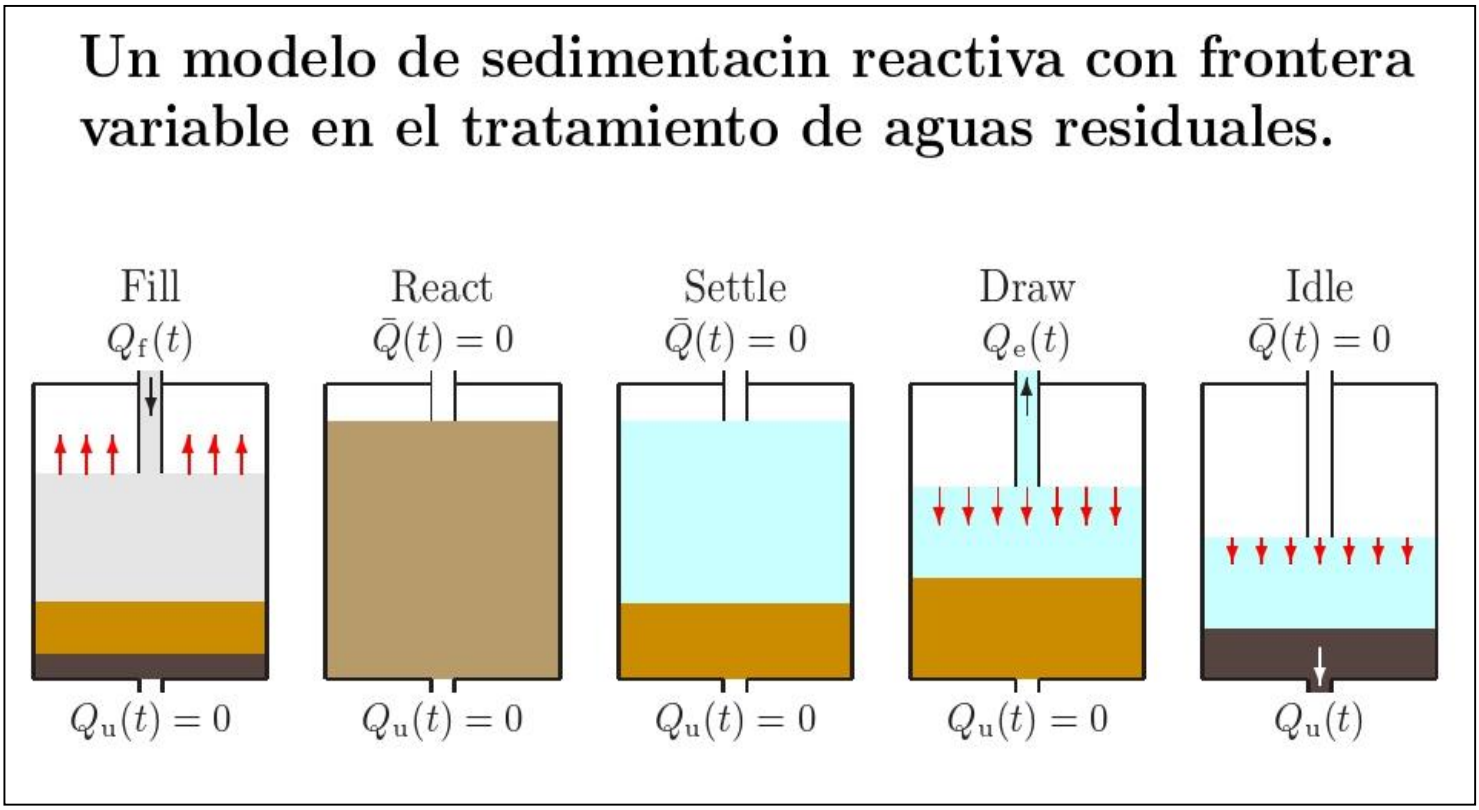


Un modelo de sedimentación reactiva con frontera variable en el tratamiento de aguas residuales

Autores: Raimund Bürger, Julio Careaga, Stefan Diehl, Romel Pineda

Resumen: La sedimentación reactiva es el proceso de sedimentación de pequeñas partículas sólidas en un fluido con reacciones simultáneas entre los componentes de las fases sólida y líquida que la componen. Este proceso es importante en la secuenciación de reactores batch (SBR por sus siglas en inglés) en plantas de tratamiento de aguas residuales. En esta aplicación, las partículas son biomasa (bacterias, lodos activados) y el líquido contiene sustratos (nitrógeno, fósforo) que deben eliminarse mediante reacciones con la biomasa. El funcionamiento de un SBR en ciclos de etapas consecutivas de llenado, reacción, sedimentación, extracción e inactividad se modela mediante un sistema de ecuaciones de convección-difusión-reacción parabólicas fuertemente degeneradas, no lineales y espacialmente unidimensionales. Este sistema está acoplado mediante condiciones de conservación de la masa a ecuaciones de transporte sobre una semirrecta, cuyo origen se encuentra en una frontera móvil y que modela la tubería del efluente. Se utiliza un esquema de diferencias finitas que preserva una región invariable para simular los ciclos operativos y el proceso de desnitrificación dentro de un SBR.

Resumen Gráfico



Aceptación social de la reutilización de aguas grises de la población adulta de las comunas de Ovalle y Chiguayante

Autores: Daniel Henríquez y Gladys Vidal.

Resumen: Las aguas grises son consideradas como una opción que aporta a la solución de la problemática de la creciente escasez de agua, al ser considerada una fuente suplementaria a las fuentes de agua existentes en áreas donde hay una crisis hídrica aguda o en regiones climáticas áridas. Las AG reutilizadas se pueden ocupar para diferentes actividades que requieren agua, incluidos usos potables y no potables. Pero existen ciertas preocupaciones y/o percepciones por parte de la población respecto a la reutilización de AG, como el riesgo de la salud o que la tecnología es inapropiada para la reutilización de AG. Por lo tanto, es importante evaluar las percepciones de los consumidores sobre la reutilización de AG antes de su implementación en cualquier región. Una metodología utilizada para conocer la aceptación de la comunidad frente a la reutilización es la aplicación de instrumentos como cuestionarios sobre aceptación social de la ciencia. Es por esto que se empleó una encuesta en la población de Vallenar y Chiguayante para identificar la aceptación frente a la reutilización de aguas grises. Para obtener las muestras representativas se trabajó con un máximo error porcentual de 5%, un nivel de confianza de un 90% obteniendo una muestra de 274 para Vallenar y de 274 para Chiguayante.

Los resultados preliminares arrojan que la población de Vallenar está consciente del conocimiento sobre aguas grises, declarando un 78% que conoce el concepto de aguas grises. Por el contrario, en Chiguayante un 49% expresó que conoce acerca del concepto de aguas grises. En relación a la aceptación frente a la reutilización, los resultados fueron similares teniendo una mejor acogida aquellos usos no potables destinados a inodoros.

Resumen Gráfico

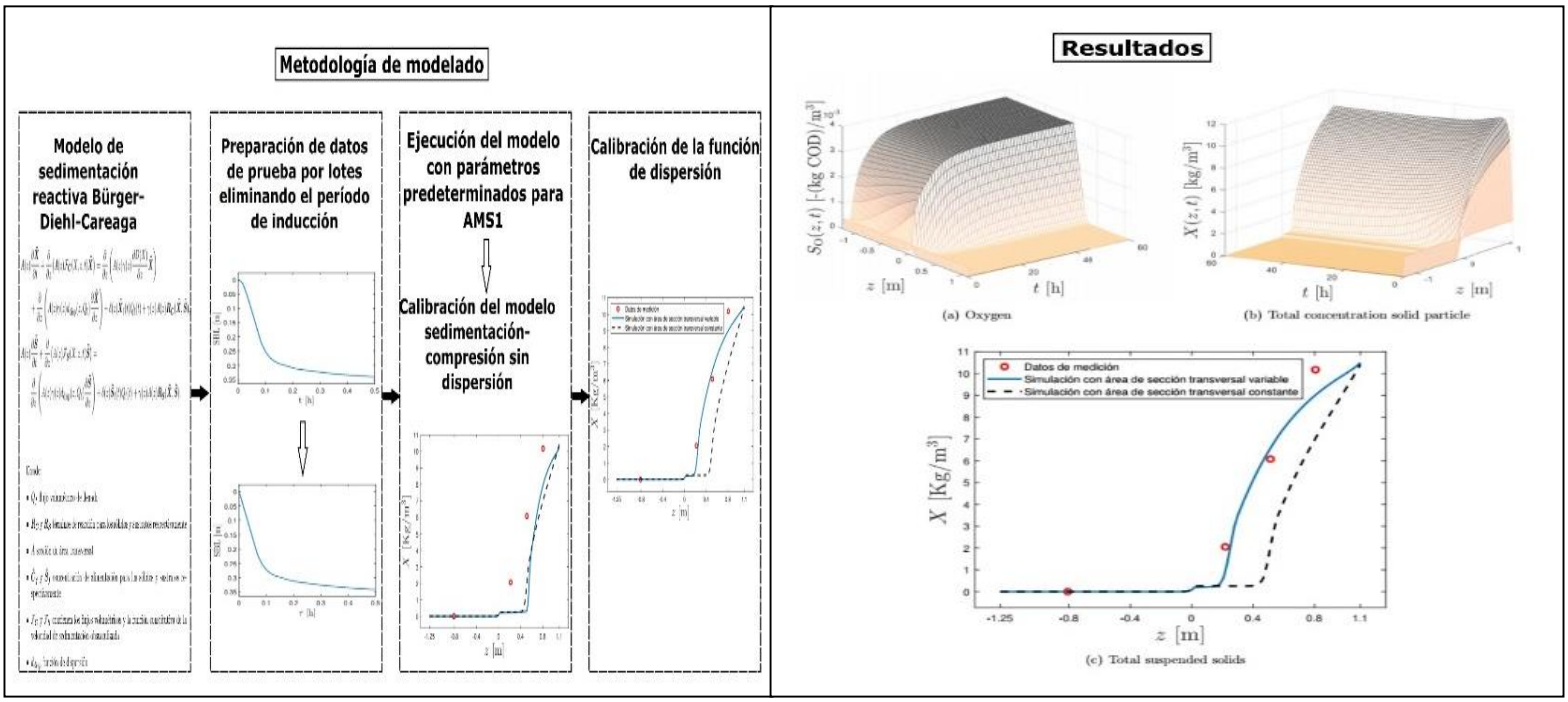
Evaluation of a model of reactive settling of activated sludge in a tank with varying cross-sectional area

Autores: Raimund Bürger, Julio Careaga, Stefan Diehl y Romel Pineda

Resumen: El objetivo de este estudio es evaluar el modelo de sedimentación reactiva [1] con datos reales de una planta piloto donde el lodo activado reacciona con sustratos disueltos en un tanque de sedimentación secundario con un área transversal que varía con la profundidad. Las reacciones se modelan con el modelo modificado de ASM1 para entregar concentraciones no negativas únicamente. El modelo ASM1 original permite concretamente el consumo de amoníaco/amonio cuando la concentración es cero, dando lugar a concentraciones negativas. Para evitar esto, el término de reacción para esa variable se multiplica con un factor de Monod que es cercano a uno para la mayoría de las concentraciones y tiende a cero tan rápido como la concentración tiende a cero. Se utilizan valores de parámetros estándar para el modelo ASM1. Para el modelo de sedimentación-compresión, usamos una función constitutiva de sedimentación obstaculizada con tres parámetros y una función de compresión con dos parámetros. A partir de las pruebas de sedimentación por lotes en una columna, los cinco parámetros de sedimentación-compresión se obtuvieron mediante un ajuste de mínimos cuadrados. El modelo obtenido se evalúa frente a tres escenarios operativos de estado estacionario. La dificultad en este trabajo se presentó en el ajuste con los datos reales de la planta piloto. Para tener un mejor ajuste se utiliza una función de dispersión que modela el efecto de mezcla debido a la entrada de alimentación. El modelo [1] da buenas aproximaciones a los 3 escenarios a pesar de no hacer una calibración de los parámetros estándar para el modelo ASM1. También se debe considerar la geometría real del clarificador al modelar ya que si no se toma en cuenta se calcula una masa total de lodo poco realista en la SST.

[1] Bürger, R., Careaga, J., & Diehl, S. (2021). A method-of-lines formulation for a model of reactive settling in tanks with varying cross-sectional area. IMA Journal of Applied Mathematics, 86(3), 514-546.

Resumen Gráfico

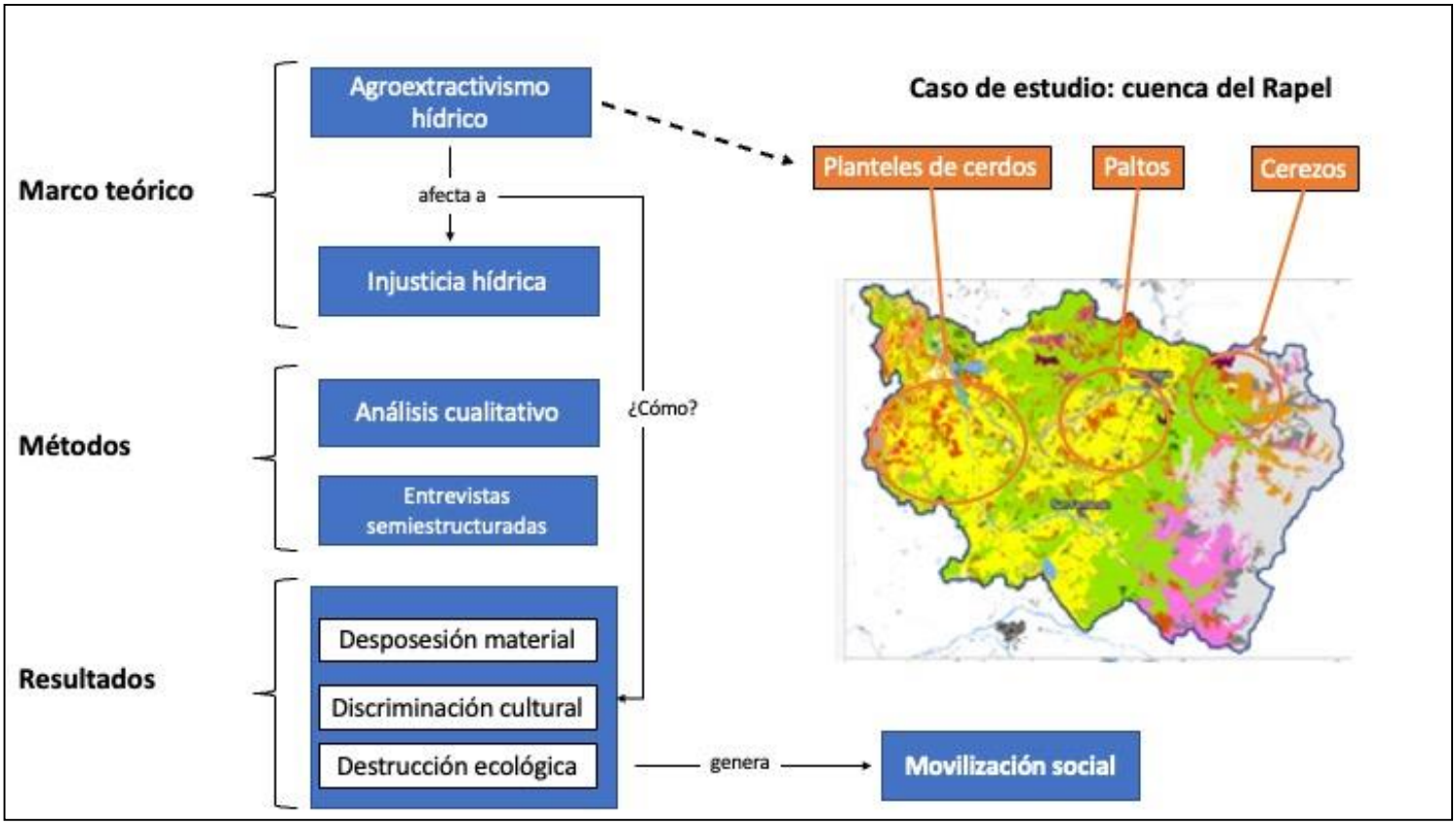


Agroextractivismos y sus impactos socioambientales para la justicia hídrica en la cuenca del río Rapel, Chile

Autores: Natalia Julio, Robinson Torres, Jorge Félez y Ricardo Figueroa

Resumen: El agroextractivismo hídrico es un modo de apropiación capitalista de la naturaleza con raíz en procesos históricos, espaciales, políticos y socioambientales, mediante el cual se extrae agua desde los territorios de vida en gran escala o alta intensidad, para ser exportada principalmente al Norte Global a través de diferentes tipos de productos sin procesamiento o con procesamiento mínimo, como los provenientes de la agroindustria. Esto implica una intensiva extracción de agua desde los cuerpos de agua locales, como humedales, aguas superficiales, glaciares y acuíferos. El significativo consumo de agua y la compra de terrenos a gran escala por parte de la agroindustria en la cuenca del río Rapel, sumado a los efectos de la megasequía, se han convertido en un crítico problema socioambiental que afecta directamente a las comunidades rurales de la zona, particularmente a la agricultura familiar campesina. Este estudio analiza los impactos de los agroextractivismos de los cerdos, paltos y cerezos en la cuenca del río Rapel, bajo la lupa de la justicia hídrica, explorando críticamente cómo la producción de conocimiento, gobernanza y distribución del agua lidian con formas de desposesión material, discriminación cultural y destrucción ecológica en contextos particulares. La metodología empleada corresponde a un análisis cualitativo de datos obtenidos a partir de entrevistas semiestructuradas realizadas a diversos actores pertenecientes al gobierno, ONGs, organizaciones de la sociedad civil y pequeños agricultores. Los resultados demuestran que el incremento de la superficie destinada a estos cultivos en los últimos años ha generado destrucción del bosque nativo, inequidad en el acceso al agua, pérdida de la identidad cultural y disminución de la calidad de vida. Estas injusticias hídricas vienen provocando formas de organización y movilización social de comunidades y campesinado afectados, quienes han logrado hacer visible la situación de injusticia hídrica, no obstante, persiste y se sigue profundizando el control territorial de los agroextractivismos.

Resumen Gráfico

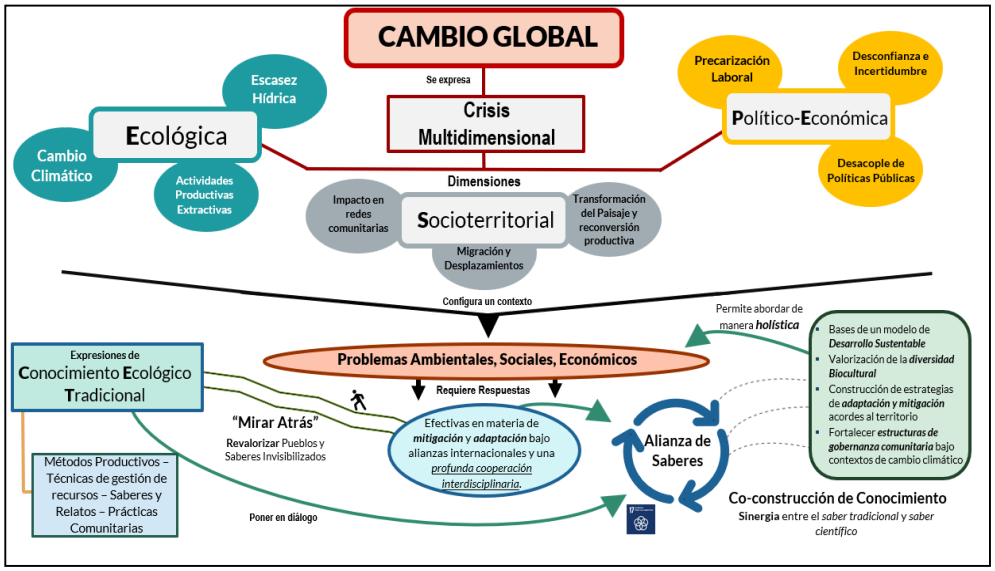


Alianza de Saberes: Prácticas tradicionales como estrategias de adaptación en tiempos de Cambio Global

Autores: Patricio Silva Ávila, Jorge Rojas Hernández y Ricardo Barra

Resumen: La sociedad actual debe enfrentar diversas problemáticas climáticas y tensiones políticas, económicas, sociales, culturales, sanitarias e institucionales, tanto local, como globalmente. Estos condicionantes nos posicionan en un escenario de Cambio Global que obliga a repensar nuestro modelo de desarrollo y reconfigurar las dinámicas con que la sociedad y el Medio Ambiente se relacionan. Este escenario obliga a la búsqueda de respuestas eficaces y acordes a las particularidades y problemáticas de cada territorio; para buscar alternativas, diferentes actores se han abierto a un proceso de "mirar atrás", volviendo a observar los sistemas agroecológicos tradicionales invisibilizados que pueblos originarios y sociedades rurales han desarrollado históricamente, poniendo el foco en la comprensión de las prácticas y saberes locales que han permitido a estas comunidades establecer métodos de gestión productiva y estrategias de gobernanza alrededor del manejo hidro-productivo-ecológico del entorno. Estas expresiones se han constituidos como sistemas de conocimiento ecológico tradicional, aglutinando saberes y traspasándolos de manera oral y práctica por generaciones. La propuesta de investigación se guía por un diseño exploratorio, transversal y de método principalmente cualitativo, centrándose en esta tipología de investigación para poder abordar los objetivos planteados, donde el objetivo central se refiere a: "Valorar las diferentes expresiones de conocimiento ecológico tradicional en Chile, asociado a la gestión de recursos naturales y expresiones de gobernanza local, caracterizando su aporte a la construcción de indicadores de sustentabilidad válidos para el desarrollo estrategias de adaptación, en contextos de escasez hídrica y Cambio Global". El área de estudio se sitúa sobre diferentes valles productivos y comunidades del territorio chileno, para ello, la base fundamental para delinear las variables que caracterizaran a las áreas de estudio, se centrará en capturar la composición ecológica principal del territorio y los vínculos que se establecen entre los diversos componentes (ecosistémico, económico y social). El análisis de esta información contempla la evaluación de los criterios mencionados, además de la integración de factores sociodemográficos y culturales, destacando las características endógenas del territorio, lo que será complementado con una revisión histórica que permita contextualizar los territorios delimitados y el desarrollo de las expresiones asociadas al Conocimiento Ecológico Tradicional. La estrategia metodológica se basa en la utilización de diferentes métodos con énfasis participativo que, en conjunto a un acabado proceso de observación participante, se desarrollará un trabajo etnográfico de carácter multisituado, herramienta que hace uso de distintos espacios interrelacionados por una temática común, donde es posible visibilizar las particularidades y diferencias de los contextos estudiados y que serán definidos previamente; esta metodología permite abordar temáticas complejas, desde el estudio de los cambios empíricos que ocurren en la realidad, observando la transformación de los lugares y los procesos de producción cultural. En los territorios estudiados es posible encontrar múltiples casos de prácticas, técnicas y conocimientos que han sido desarrollados históricamente y que se han ido adaptando a los cambios territoriales e impactos ambientales recientes, destacando las dinámicas organizativas que se han transformado en instituciones culturales validadas por las comunidades, representado en los sistemas de riego, métodos productivos y sistemas de gobernanza local; otro ejemplo destacado como una estrategia campesina e indígena exitosa, son las diferentes expresiones de huertos o chacras, espacios que destacan por una alta diversidad alimenticia y un espacio comunitario relevante. Estos ejemplos manifiestan particularidades y puntos comunes asociados a su contexto sociocultural histórico que aún no han sido puestos en valor ni se han considerado de manera efectiva en el diseño de políticas y estrategias de adaptación.

Resumen Gráfico

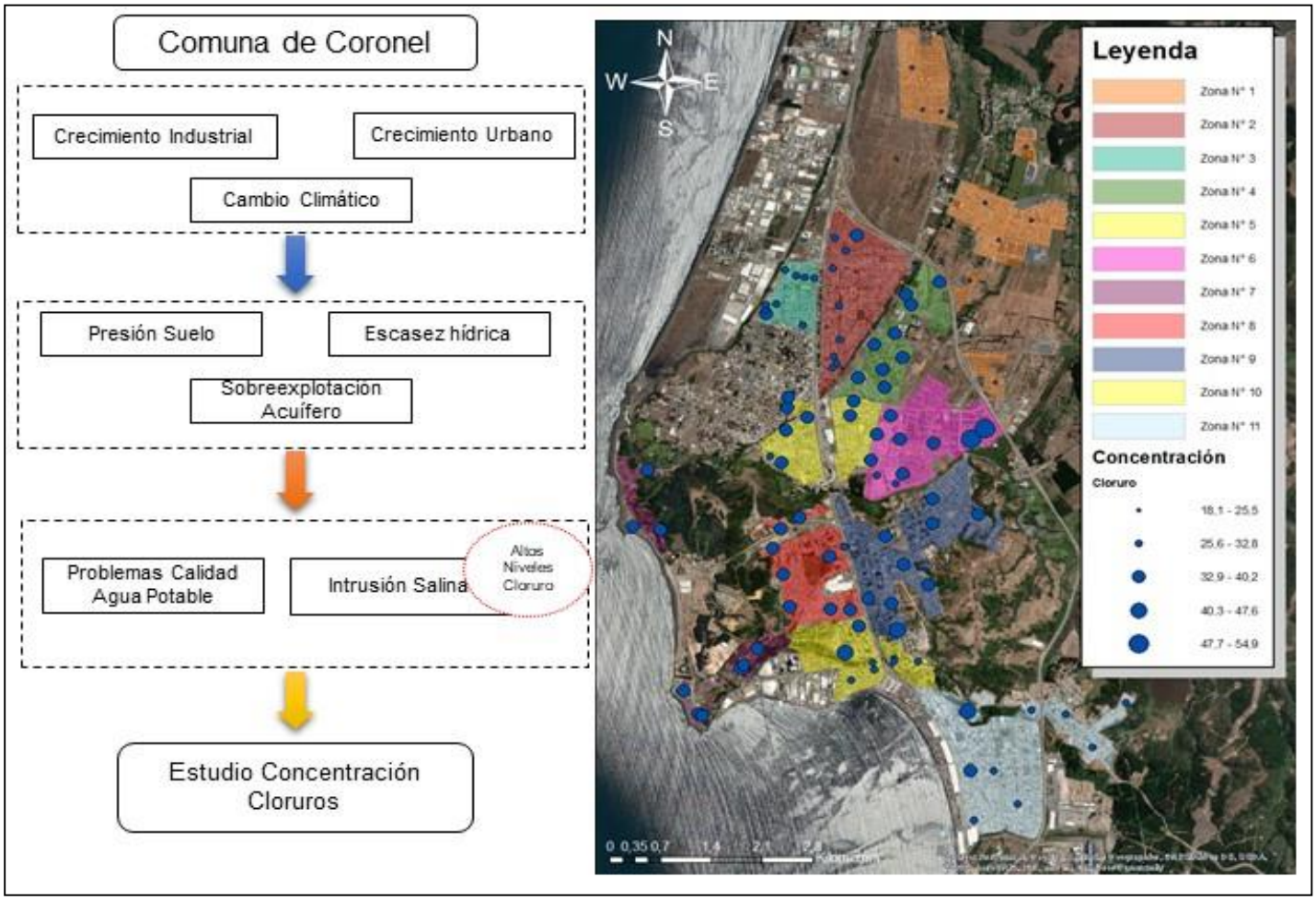


Análisis de la concentración de cloruros en el agua potable de Coronel, Región del Bío Bío

Autores: Joaquín Pinto, Ricardo Barra, Ricardo Figueroa y Dirección de Medio Ambiente Coronel

Resumen: Este estudio tuvo por objetivo analizar la concentración de cloruros en el agua potable en Coronel, estableciendo una base de datos con la información existente de este parámetro y la determinación de las concentraciones de cloruros en las zonas de interés por medio de cromatografía iónica. Se recolectaron 100 muestras de agua de llave en 11 zonas dentro de la comuna, realizando además una encuesta de percepción de la calidad del agua potable. La información recopilada de las concentraciones de cloruros provenientes de pozos y punteras de las empresas sanitarias y de la DGA, no sobrepasan la normativa chilena 409/1 (<400 mg/L). Por otro lado, la información de mediciones del agua de llave recopilada excede por más de la mitad el límite establecido. De la encuesta realizada, el 83% de la población indica problemas con el agua potable y de ellos, más de la mitad asociado al color y al olor (mal olor y cloro). Los resultados de la concentración de cloruros analizados no sobrepasan los 400 mg/L, presentando un mínimo de 18,1 mg/L y un máximo de 54,9 mg/L. Además, se analizó las concentraciones de Sulfatos y de Nitratos, ambas concentraciones cumpliendo con la normativa y no presentando problemas que afecten la calidad del agua potable. Del estudio se puede concluir que la diferencia entre la información recopilada proveniente de pozos y punteras con la información recopilada del agua de llave recae en la red de distribución. La percepción de la calidad del agua potable sigue siendo negativa. Frente al escenario de vulnerabilidad del acuífero de Coronel, este estudio permite descartar la posible intrusión salina al contar con bajos niveles de cloruros en el agua potable. Sin embargo, se estima conveniente que exista una adecuada administración de las aguas subterráneas frente al escenario de estrés hídrico actual.

Resumen Gráfico



Diseño y modelación de sistemas de drenaje para vegas magallánicas

Autores: Karla Lorena Rodriguez y José Luis Arumi

Resumen: Las Vegas Magallánicas son ecosistemas formados durante los periodos de glaciación recientes que están conformados por suelos planos con gran contenido de materia orgánica y una alta capacidad de almacenamiento de agua. Las vegas aportar diferentes beneficios a la flora y fauna Magallánica y muchas de ellas fueron afectadas por la construcción de drenes, con fines de aumentar la superficie productiva. El mal diseño de estos drenes ocasionó importantes deterioros en la estructura de los suelos de las vegas que se secaron. Para recuperar las vegas degradadas, se propone una metodología para mejorar los sistemas de drenaje existentes, mediante la implementación de un sistema de compuertas para controlar el nivel freático en los drenes existentes. Este sistema se modeló con el software MATLAB, usando las ecuaciones de Hooghoudt y Ernst, para estudiar el comportamiento del drenaje. Se comparó la adaptabilidad del drenaje a las características propias de la Vega Magallánica, usando como caso de estudio una vega existente en la Estación Kampenaike del INIA. Los resultados mostraron que la ecuación de Ernst generó mejores estimaciones para caracterizar el perfil de suelo y un rango mayor de adaptabilidad para analizar las propuestas de remediación a los sistemas de drenaje preexistentes.

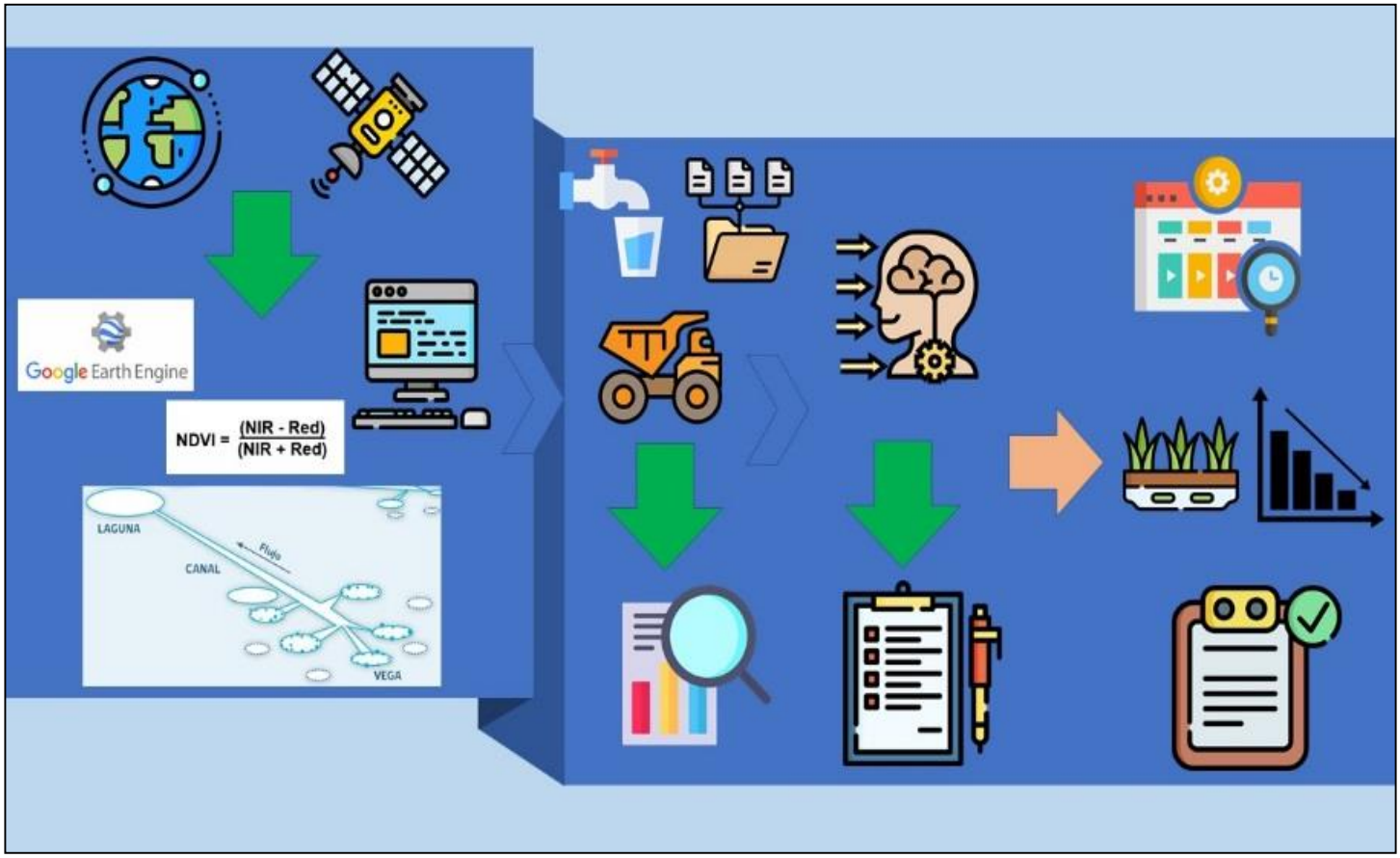
Resumen Gráfico

Análisis del estado de humedales andinos cercanos a las faenas de la minería de litio y percepción de las comunidades, salar de Atacama

Autores: Daniela Tapia, Ricardo Barra y Robinson Torres

Resumen: Los humedales altoandinos son ecosistemas que se ubican en mesetas desérticas por sobre los 2.300 msnm en los Andes centrales. Pertenecen a la ecorregión de Puna, la cual ha sido catalogada por el Biodiversity Support como vulnerable, y de la más alta prioridad para la conservación. Estos ecosistemas forman un importante espacio de vida, teniendo en cuenta su ancestral relación con comunidades indígenas, siendo parte sustancial de la herencia cultural andina. En el norte de Chile específicamente en la región de Antofagasta se ubica el salar de Atacama, el cual es un gran depósito salino continental que está dentro de la categoría de ecosistema altoandino. Dada la preocupación de los posibles efectos negativos que la minería del litio pueda tener en el lugar, tanto para la calidad integrada del ecosistema como para los asentamientos aledaños. El analizar el estado de humedales andinos al margen de la cuenca del salar, permite orientar estrategias para establecer medidas de protección para los acuíferos que enfrenten los nuevos desafíos ambientales. Para esto se determinaron los índices ndvi del área de estudio mediante Earth Engine, al crear una serie de scripts para llamar a la colección de datos de los sensores Landsat 5 (1985) y Sentinel 2 (2015) para los lapsos temporales específicos, aplicando filtros de búsqueda basados en atributos específicos de la colección. Se revisaron los estudios de impacto ambiental de proyectos que han sido evaluados en la zona para analizar indicadores de las variables de seguimiento ambiental y realizar un seguimiento de extracciones los reportes de caudales y niveles freáticos. En cuanto a la percepción se hizo un análisis de la bibliografía disponible de comunidades atacameñas. Al comparar los resultados obtenidos con los diferentes análisis de imágenes satelitales de empresas insertas en el territorio, se muestra una tendencia a la baja, independiente de la metodología, se muestra que la cobertura vegetal se ha visto disminuida en la zona del borde sur del salar de Atacama, así como los cuerpos de agua a partir del año 1985, este pudiera coincidir con las extracciones de agua. Además, que las disminuciones de cobertura más importantes alrededor del 20% coinciden con fechas de bajas precipitaciones, lo que indica que de igual manera hay una dependencia de las lluvias.

Resumen Gráfico

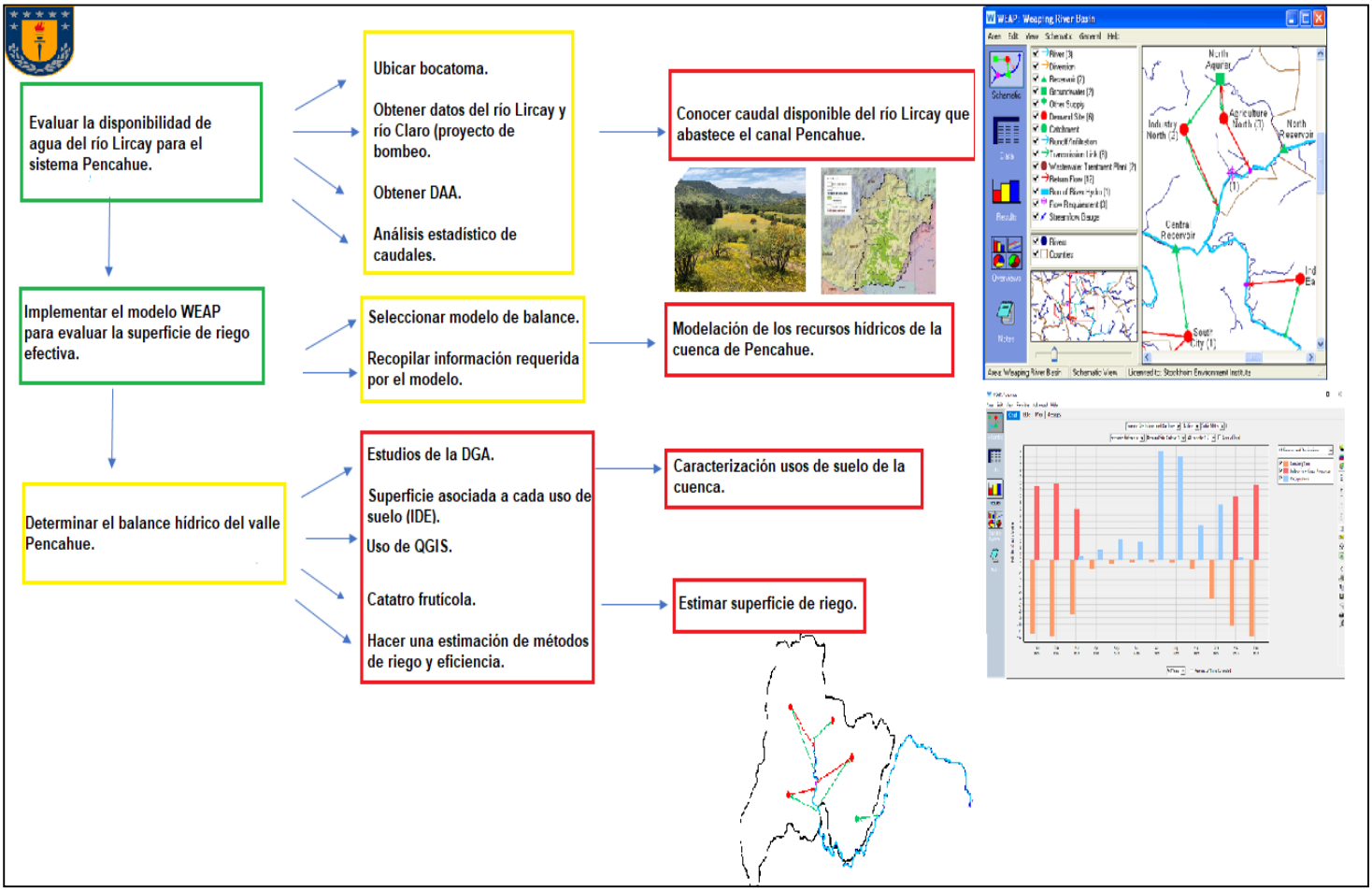


Aporte hídrico del canal Pencahue en la agricultura del Valle de Pencahue

Autores: Eduardo Andrés Mella Sepúlveda y José Luis Arumí

Resumen: El objetivo de este trabajo de investigación es determinar la superficie de riego efectiva que abastece el canal Pencahue. La metodología consiste en obtener un modelo que simule la realidad del valle de Pencahue utilizando el software "WEAP" (Water evaluation and planning) como modelo para la gestión de los recursos hídricos del valle con vistas a mejorar el conocimiento de los impactos de la variabilidad del clima y los cambios en el uso de la tierra sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y la producción de alimentos. La presente investigación reveló el aporte en cuando a disponibilidad hídrica del canal Pencahue para con el valle de Pencahue. El análisis del impacto que ha tenido el canal Pencahue sobre la superficie regada tiene un punto de partida bastante obvio, toda vez que el área de influencia del canal corresponde a terrenos que eran de secano, por lo que el aumento de la superficie regada es muy alto y corresponde a la puesta en riego de estas áreas y las consecuencias de ello son gravitantes en el territorio. No obstante, desde un punto de vista de las proyecciones originales y de las expectativas de los beneficiarios los resultados son bastante diferentes, pues el objetivo del proyecto dado a conocer en la década de los noventa era de una superficie efectiva de riego de 11.000 ha aproximadamente. La realidad dista de lo teórico pues al ser un canal que se abastece del río Lircay el cual es un curso de agua de régimen pluvial lo cual se pudo concluir gracias a los datos de la estación pluviométrica "Las Rastras". Debido a esto ha sido necesario un eficiente manejo del recurso hídrico lo cual se ve reflejado en el proyecto recientemente aprobado que consiste en una estación de bombeo la cual extraerá en un comienzo 4 m3s desde el río Claro hacia el canal Pencahue, esta centra ubicada unos kilómetros aguas debajo de la bocatoma donde el canal Pencahue se alimenta del río Claro. La realización de este trabajo ha demostrado que una buena aplicación del recurso hídrico en las tierras cultivables conlleva una gran responsabilidad no solo monetaria sino también intelectual pues conocer las características de los lugares en donde se construyen infraestructuras de riego de una gran magnitud solo un buen diseño, administración y mantención tendrán como resultados la aplicación eficaz del recurso hídrico el cual hace un tiempo considerábamos "infinito".

Resumen Gráfico

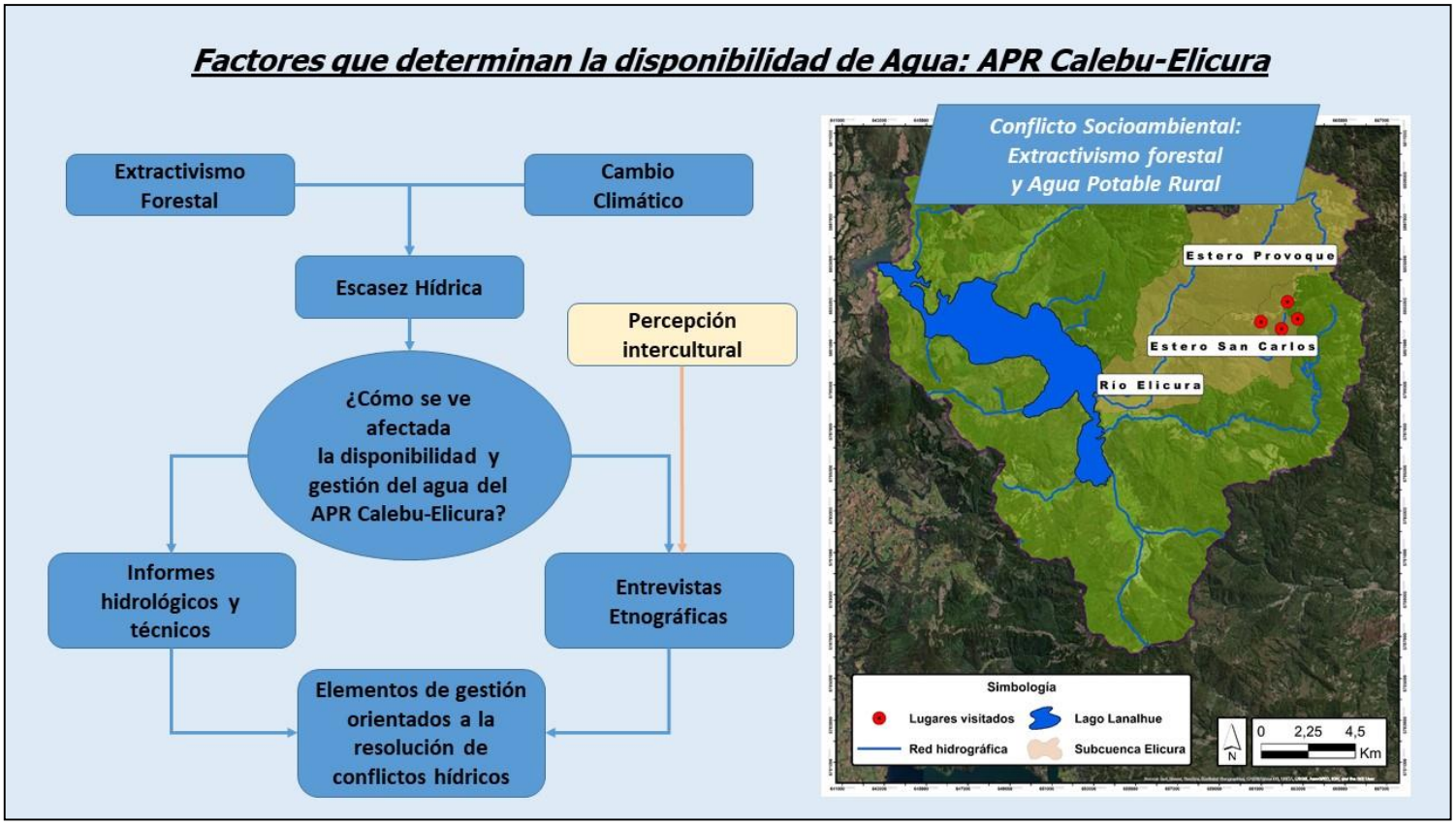


Factores que determinan la disponibilidad de agua para consumo humano en la cuenca hidrográfica del Lago Lanalhue, Provincia de Arauco

Autores: Nicolás Esparza, Gerardo Azocar y Robinson Torres

Resumen: El actual escenario de megasequía que afecta a gran parte de Chile compromete el abastecimiento de agua potable para el consumo humano, en este sentido, las comunidades más afectadas son rurales, vulnerables e indígenas. Es caso de la comunidad de valle Elicura, Contulmo, Provincia de Arauco, abastecida mediante el proyecto de Agua potable Rural Calebu-Elicura, la cual posee un importante componente Mapuche, con una acentuada cosmovisión ligada al cuidado de la naturaleza y la sustentabilidad, vinculada a territorios sagrados o Sitios de Significación Cultural (SSC). Esta visión basada en la racionalidad ambiental neguentrópica se opone al actual productivismo de la ley del valor económico, que reduce el valor de las cosas a una cifra monetaria según las leyes del mercado, el cual respalda actividades extractivistas como la minería, la agricultura, las explotaciones petroleras, y la silvicultura con el aumento de incendios forestales y la deforestación. Esta tesis analiza el efecto de las plantaciones forestales en la disponibilidad y gestión del agua sobre el APR Calebu-Elicura, en un contexto de interculturalidad, conflictos estado/comunidad Mapuche y cambio climático, a través de un enfoque socioambiental. La metodología utilizada consiste, en primer lugar, identificar la relación oferta/demanda del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica del lago Lanalhue, mediante el análisis de documentos técnicos y cuantitativos, en segundo lugar, determinar la percepción de las comunidades locales, Mapuche y no Mapuche, respecto a la disponibilidad y gestión del agua en la cuenca del lago Lanalhue a través de entrevistas etnográficas a once informantes calificados, y en tercer y último lugar, realizar un entre cruzamiento de información para proponer elementos de gestión orientados a la resolución de conflictos hídricos en la cuenca hidrográfica del Lago Lanalhue, apuntado hacia un dialogo de saberes que permita la coexistencia de distintas formas de ser y vivir dentro de una política de diferencia.

Resumen Gráfico

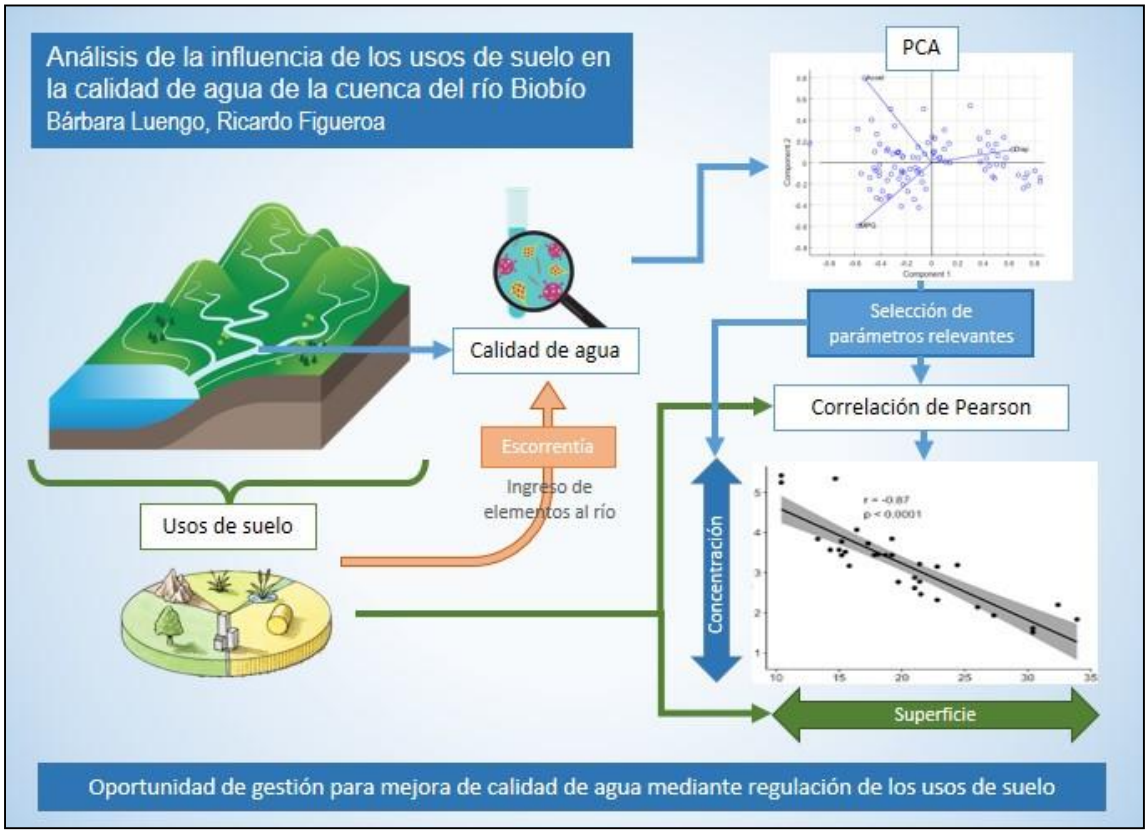


Análisis de la influencia de los usos de suelo en la calidad de agua de la cuenca del río Biobío

Autores: Bárbara Luengo Carriel y Ricardo Figueroa Jara

Resumen: El recurso hídrico se presenta como uno de los elementos esenciales para el desarrollo y bienestar humano y ecosistémico. A causa de dinámicas naturales y la particularidad de cada territorio, las aguas superficiales como ríos, lagos y lagunas, varían localmente respecto a su cantidad y calidad, entendiendo esta última característica como un indicador para el uso del agua para diversos propósitos. En los ríos, la calidad de sus aguas se encuentra íntimamente ligado a la geomorfología de las cuencas que drenan debido a procesos hidrológicos como la escorrentía y precipitación de la zona, las cuales permiten el transporte de nutrientes, sedimentos y diversos componentes que pueden ser arrastrados hasta el cauce. Sumado a esto, las actividades antrópicas han ocasionado una alteración en la composición de las aguas debido a la contaminación, el aumento de la demanda y la modificación de territorios, necesitando gestionarlas adecuadamente para mantener la salud de los ecosistemas. En Chile, de acuerdo a la Ley 19.300/94 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, se establecen las normas de calidad ambiental como un instrumento de gestión destinado a la protección de la salud de la población y el ecosistema mediante el establecimiento de valores permisibles para las variables que se consideren relevantes al objeto de protección. Concretamente, el 2015 se publica el D.S. 9 del MMA, mediante el cual entra en vigencia la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la cuenca del río Biobío (NSCA-BB), cuyo objetivo es la protección y conservación de la calidad natural de sus aguas, reconociendo que de esta depende el correcto funcionamiento de los ecosistemas que sustenta. El monitoreo de esta norma ha evidenciado problemas en la calidad de agua del río Biobío, por lo que se propone un análisis de las variables de calidad de agua en conjunto con los usos de suelo existentes en cada área de vigilancia establecida en la NSCA-BB. Gracias al Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del río Biobío llevado a cabo por el centro EULA-Chile, se trabajó con datos históricos de calidad de agua recolectados desde el año 1994, mientras que para la información de usos de suelo se recurrió al "Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile" elaborado por CONAF. Resultados preliminares demuestran la importancia de la temporalidad (verano, invierno y primavera) en el comportamiento de las variables. La calidad de agua en la época de verano estaría principalmente influenciado por terrenos naturales como bosque nativo, humedales y zonas altas de la cuenca que aportan con oxígeno y fósforo, y afectan al pH; mientras que la calidad de agua en invierno y primavera se encuentra influenciado por la presencia de terrenos agrícolas y forestales que afectan parámetros como la temperatura, la demanda química de oxígeno (DQO), la conductividad y el pH del río.

Resumen Gráfico



Fourth CRHIAM Student and Postdoctoral Researcher Meeting

Universidad de Concepción, Campus Concepción

May 17 and 24, 2022

This book was edited in CRHIAM
by Felipe Barriga, Sujey Hormazábal and Gladys Vidal

May 2022

ANID/FONDAP/15130015

Universidad de Concepción

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
Gobierno de Chile

CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA

Cuarto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM

Fourth CRHIAM Student and Postdoctoral Researcher Meeting

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
Gobierno de Chile