

época seca el 2010 y una en época de lluvia el 2011, también se utilizó datos de cinco campañas anteriores realizadas por el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se utilizaron tres modelos computacionales RIOSep, WASP 7.4 y SIMOD. Se preparó la información obtenida en las campañas de muestreo para introducir a los modelos y proceder a la calibración. Se calibraron con 5 campañas y se validaron con 4 campañas. El modelo RIOSep y WASP 7.4 no tienen la opción de calcular la K1, por lo cual se determinó a partir de la ecuación de Chapra y la correlación a partir de los datos obtenidos por el modelo SIMOD entre la K2 y K1. Una vez ya calibrado y validado los modelos, se realizó la evaluación estadística de los modelos y se verificó que el WASP 7.4 no calibra, debido a que requiere excesiva cantidad y calidad de información de entrada, eso lo convierte en un modelo poco aplicable en nuestro medio, debido a la carencia de información existente para nuestros ríos. Sin embargo el modelo RIOSep y SIMOD calibraron muy bien. Se concluyó que el modelo SIMOD es el más óptimo para realizar el estudio de la calidad del agua debido a que tuvo menor porcentaje de error, coeficiente de correlación más cercano a 1 y una diferencia promedio cercana a cero mostrando mejor correlación de los valores analizados que el modelo RIOSep, además su fácil manejo,

poca información de entrada y el cálculo de la K1, el cual ahorra tiempo y dinero. Finalmente se realizó los escenarios de predicción con el modelo que mejores resultados presentó en términos de calibración, validación y análisis de sensibilidad siendo este el modelo SIMOD. Como resultados de los escenarios de predicción se tiene:

- Todas las ampliaciones y mejoras que vayan efectuarse en la PTAR Puchukollo no alcanzarán a ser suficientes para resolver la contaminación de la Bahía de Cohana, si no se hace paralelamente la debida recolección de las aguas residuales restantes de El Alto, Viacha y Laja en sus correspondientes tratamientos.
- La mejor solución en cuanto a tratamiento de descargas es la implementación de un tratamiento secundario para Viacha, Laja y El Alto ya que cumpliría con lo estipulado por el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica y además no son muy costosos.
- Si existiese mayor descarga de contaminantes de la ciudad de El Alto, Laja, Viacha, causaría mayor contaminación al Río Katari ya que el río no podría depurarlo de forma natural.

Dirección: Plaza del Obelisco - Facultad de Ingeniería - Piso 2 Oficina 201
Teléfonos: (005912) 2410335 - (00591) 76203747
La Paz - Bolivia
wpvb@hotmail.com

“Biogeoquímica de metales pesados en el Lago Menor”

Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos
Universidad Mayor de San Simón
IRD - Francia

Dr. David Point
Dr. Xavier Lazzaro

De Febrero 1979 a Mayo 1980, el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) con investigadores de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) realizaron el primer estudio limnológico del Lago Menor, donde fueron monitoreado (frecuencia 18 días) 8 estaciones pelágicas (Lazzaro 1981). En Junio 2011, las mismas 8 estaciones fueron monitoreado de nuevo para un estudio biogeoquímico.

En vez de métodos analíticos, se utilizó sondas para realizar perfiles verticales de clorofila y parámetros físico-químicos. Para cada perfil vertical, se recogieron muestras adicionales de agua con una botella Niskin para análisis de nutrientes, carbono orgánico disuelto (COD), fitoplancton, zooplancton, red microbiana, y metales pesados en trazas. Los análisis de metales pesados en trazas fueron analizados por ICP-MS de alta resolución en laboratorio IRD GET en Francia.



Los elementos siguiente fueron determinado: Be, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Tl, Pb, Th and U. Este estudio multi-elemental permite definir para la primera vez el nivel del fondo geoquímico completo en metales pesados, y otros elementos en trazas en el lago menor. Esta información, permite de comparar el nivel de contaminación para los elementos que presentan un riesgo para la Salud, en comparación con otros lagos de la cuenca TDPS a donde se han realizado investigaciones similares.

El análisis espacial de las 8 estaciones y los perfiles verticales permiten integrar en 3 dimensiones la distribución de elementos en trazas, y metales pesados. Los resultados se presentan en detalles, especialmente en relación a las fuentes de contaminación locales que existan en el lago menor, y a los procesos biogeoquímico internos al lago menor.

Dirección: Calle Sucre y Parque La Torre S/N
Teléfonos: (00591) 44119834 - (00591) 60760420
Cochabamba - Bolivia
david.point@ird.fr
xavier.lazzaro@ird.fr

"Presence of Naturally Occurring Arsenic in Water Bodies of the Poopó Lake Basin"

Instituto de Investigaciones Químicas
Laboratorio de Hidroquímica
Universidad Mayor de San Andrés

Lic. Mauricio Ormachea Muñoz
Lic. Jorge Quintanilla Aguirre

This study deals with the chemical quality and the degree of contamination by the presence of naturally occurring arsenic in surface water and groundwater samples taken from water bodies in the basin of the Lake Poopó. Forty five samples were taken, including rivers, hot springs and wells, almost all samples are used for consumption as drinking and irrigation water by villagers, especially during dry season.

The sampling points are located around the Poopó Lake, situated in the central part of the Bolivian Altiplano. Almost all the samples are contaminated by arsenic and other trace elements from natural sources. The north east side of the lake is a semiarid area where strong mining activities are carried out since last century but this study is focused in the west south side of the lake which is an arid area and where agricultural and cattle activities are carried out.

Few rivers in the arid area are seasonally used for irrigation and become scarce or disappear before reaching

the lake and many wells become dry as well. Because of the ancient volcanic activity many hot spring are spread in the area. Detailed hydrochemical analyses of the samples around the Poopó Lake reveal elevated As concentrations in almost all water bodies in the region.

Dirección: Calle N° 27 Campus Universitario - Cota Cota
Teléfonos: (00591) 22795878 - 22792238 - (00591) 71507804
La Paz - Bolivia
maurormache@gmail.com



II Simposio Internacional del **Lago Titicaca-TDPS**

...una responsabilidad compartida



DOCUMENTO PRELIMINAR **Ponencias en resumen para** **compartir...**



Puno - Perú

7, 8 y 9 de marzo del 2013

Escuela de Post Grado
Universidad Nacional del Altiplano

www.simposiotiticaca.org



Publicado por la Universidad Mayor de San Andrés de La Paz - Bolivia.

Copyright @ DOCUMENTO PRELIMINAR Ponencias en resumen para compartir...

Comité Editorial:

Ing. Jorge Peña Méndez

Autoridad Binacional del Lago Titicaca - ALT
jpena@alt-perubolivia.org

Dr. Xavier Lazzaro

Instituto de Investigación para el Desarrollo - IRD
xavier.lazzaro@ird.fr

Lic. Jorge Quintanilla Aguirre

Universidad Mayor de San Andrés - UMSA
hidroqui@gmail.com

Ing. Edwin Maydana Iturriaga

Autoridad Binacional del Lago Titicaca - ALT
emaydana@alt-perubolivia.org

Blgo. Hugo Víctor Treviño Bernal

IMARPE Sede Puno
htrevino@imarpe.gob.pe

Coordinación, edición y creatividad:

Ing. Carlos Andrade Pareja

Autoridad Binacional del Lago Titicaca - ALT
c_andrade@alt-perubolivia.org
carlosandradepareja@yahoo.com
Cel. Bolivia: (00591) 73216405
Cel. Perú: (0051) 951298186

Av. 20 de Octubre No 2782 - Zona San Jorge.

Teléfonos: (005912) 2431493 - 2430881

Casilla Postal: 12957

www.alt-perubolivia.org

www.simposiotiticaca.org

La Paz - Bolivia

Los contenidos de cada resumen reflejan el enfoque individual y colectivo de cada autor, producto de investigaciones, estudios y análisis; como también experiencias profesionales y/o institucionales desarrolladas en el quehacer técnico-científico.

Está autorizada la reproducción parcial o total del contenido para fines estrictamente académicos investigativos, con la condición que se identifique la autoría y remita a la Comisión Organizadora un ejemplar para archivo bibliotecario.

La presente edición, contiene los resúmenes presentados hasta el 25 de febrero, de acuerdo a los lineamientos de la organización.



Comisión Organizadora

Autoridad Binacional del Lago Titicaca - ALT
Autoridad Nacional del Agua del Perú
Empresa de Saneamiento de Puno - EMSAPUNO SA
Gobierno Regional de Puno
Ministerio del Ambiente del Perú
Municipalidad Provincial de Puno
Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca - UANCV
Universidad Nacional del Altiplano Puno - UNA

Comité Técnico-Científico

Ministerio de Agricultura del Perú
Ministerio del Ambiente del Perú
Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú
Autoridad Binacional del Lago Titicaca - ALT
Autoridad Nacional del Agua del Perú
Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca - PELT
Instituto del Mar del Perú - IMARPE
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI Perú
Gobierno Regional de Puno
Dirección Regional de Producción de Puno
Reserva Nacional del Titicaca - SERNANP
Municipalidad Provincial de Puno
Municipalidad Provincial de San Román del Perú
Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de Juliaca - UANCV
Universidad Nacional del Altiplano Puno - UNA
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento - SEDA JULIACA
Empresa de Saneamiento de Puno - EMSAPUNO SA
Capitanía de Puerto de Puno
Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia
Servicio Nacional de Riego de Bolivia
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI Bolivia
Universidad Mayor de San Andrés de La Paz
Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA
Instituto de Investigaciones Químicas de la UMSA
AECID - España.
Agua Sustentable de Bolivia
Instituto de Investigación para el Desarrollo - IRD Francia
Pro Lago USAID Bolivia
Red Internacional de Organismos de Cuencas - RIOC
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN

Comité de Coordinación General

Autoridad Binacional del Lago Titicaca - ALT
Av. 20 de Octubre esq. Campos Nro. 2782
Teléfonos: (00591) 2431493 - 2430881
Casilla postal: 12957
Web: www.alt-perubolivia.org
La Paz - Bolivia

Ing. Jorge Peña Méndez
Presidente Ejecutivo a.i. de la ALT.

Ing. Edwin Maydana Iturriaga
Director de la UMGIRH de la ALT.

Ing. Carlos Andrade Pareja
Coordinador General.