



Nota Conceptual

Presentación del Observatorio Binacional Permanente del Sistema Hídrico TDPS

1. Antecedentes

Un observatorio es una herramienta fundamental para la gestión de los recursos hídricos e hidrobiológicos en el Sistema Hídrico Titicaca – Desaguadero – Poopó – Salar de Coipasa (T.D.P.S.), porque facilita el acceso libre y oportuno a información de monitoreo precisa y de carácter oficial, para una evaluación continua sobre el estado y evolución de los recursos del sistema, para así conducir procesos robustos de toma de decisiones, que permitan implementar acciones destinadas a la preservación y restauración de las funciones ambientales del ecosistema.

El planteamiento para la implementación de un observatorio de carácter binacional para la profundización del conocimiento sobre el Sistema Hídrico T.D.P.S., tiene su origen en las líneas de acción planteadas por el “*Plan Director Global Binacional de Protección – Prevención de Inundaciones y Aprovechamiento de los Recursos del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Lago Salar de Coipasa (Sistema T.D.P.S.)*” (1995), que fue formulado en base a la información existente y recopilada para el periodo comprendido entre 1960 y 1990; considerando las limitaciones respecto a la información base empleada en el plan, se propuso el establecimiento de un “*Plan de Perfeccionamiento del Plan Director*”, que consideraba la transferencia tecnológica de las herramientas informáticas desarrolladas para la formulación del Plan, el fortalecimiento de la red de monitoreo hidrométrico y de climatología, la actualización de los modelos matemáticos de escorrentía y balance hídrico, el monitoreo del transporte de sólidos y fluviomorfología, el análisis multicriterio para la selección de proyectos, la instalación de un sistema de información geográfica (SIG) y el mantenimiento del banco de datos bibliográficos que habían iniciado los Proyectos Especiales del Lago Titicaca (PELT) de Bolivia y Perú.

En el marco de la relación bilateral en Perú y Bolivia, como parte del sexto compromiso de la “*Declaración de Isla Esteves*”, en noviembre de 2015 se presentan los “*Lineamientos y Acciones para la Recuperación Ambiental del Lago Titicaca y su Diversidad Biológica*”, se renovó el compromiso por establecer un sistema de monitoreo binacional, con énfasis en la articulación de información asociada a la recuperación ambiental y diversidad biológica del lago Titicaca integrada con la infraestructura tecnológica que ya se encontraba disponible, en las instancias nacionales.

En ocasión de la celebración del “*Encuentro Presidencial y VI Reunión del Gabinete Ministerial Binacional (Bolivia – Perú)*” en octubre de 2021, la intención de establecer una plataforma tecnológica de información binacional, decanto en el compromiso 2 del eje I, medio ambiente y recursos hídricos transfronterizos del “*Plan de Acción de La Paz*”, estableciendo que para este efecto, se debía, cito, “**Fortalecer y activar el Observatorio Binacional del Sistema TDPS, que administra la ALT, con información de recursos hídricos, hidrobiológicos, de la calidad ambiental y de la recuperación de los ecosistemas, generada por las entidades nacionales de ambos países**”, determinando así, una visión holística respecto a los datos e información que deberían estar catalogados en el repositorio del observatorio, con el objeto de proveer un soporte adecuado y técnicamente robusto para la toma de decisiones.

Finalmente, el documento final del Programa de Acción Estratégica (PAE) del Sistema Hídrico Titicaca – Desaguadero – Poopó – Salar de Coipasa (TDPS), aprobado técnicamente en reunión binacional efectuada en la ciudad de Lima en diciembre de 2023, inscribe entre sus líneas de acción, la signada con el código 4.1.2., “*Gestión del conocimiento en torno a los recursos hídrico – ambientales del sistema TDPS*”, que plantea escalar los esfuerzos ejecutados a través de la iniciativa de monitoreo de alta frecuencia de las boyas hidrometeorológicas Hydromet (instaladas en la bahía de Cohana y la bahía mayor de Puno) para determinar la condición del agua del lago Titicaca, a través de, cito, “... **la implementación del Observatorio Binacional Permanente del Sistema Hídrico TDPS, planteándose este Observatorio como una**



instancia dependiente de la ALT encargada de la gestión del conocimiento en torno a los recursos hídricos y ambientales del sistema TDPS, constituyendo a la vez, el soporte para la articulación entre la ALT y las entidades de investigación en torno a esta temática”.

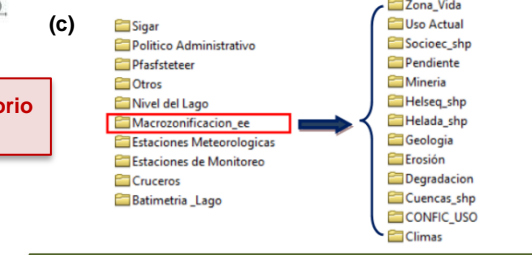
Metodológicamente, se plantea que el Observatorio Binacional recopile e integre toda la información hídrico ambiental de los observatorios del agua ya establecido en Bolivia y Perú, pero a su vez administre nuevas herramientas para la mejor gestión de los recursos hídricos y ambientales en el Sistema Hídrico TDPS, entre ellas el “*Sistema de Monitoreo Ambiental Integral del TDPS*” (Acción 4.1.2.2. del PAE), instancia a través de la cual se plantea realizar la gestión de información hidrometeorológica, de calidad hídrica, aguas subterráneas, biodiversidad, ecosistemas, sedimentos, sistemas de alerta temprana, entre otros.

1.1. Esfuerzos previos de la ALT para la implementación de un Observatorio Binacional

Para dar cumplimiento a los compromisos asumidos por los gobiernos de Perú y Bolivia en la agenda bilateral descrita, durante la gestión 2013, la ALT organizó el “*II Simposio Internacional del Lago Titicaca – TDPS*”, evento cuyas conclusiones, estableció una línea técnica que trabajo para la promover la creación de un Observatorio Binacional (centrado en el estudio del lago Titicaca), **con el objeto de generar un banco de datos para la toma de decisiones**; el comité impulsor de esta iniciativa estuvo conformado por la ALT, el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD), la Unidad Operativa Boliviana (UOB) y el Proyecto Especial del Lago Titicaca (PELT), **llegando a implementarse en el año 2015 bajo el un dominio propio, www.observatoriotiticaca.org**.



Funcionamiento como un Repositorio Categorizado



Estructura de la Base de Datos del “GeoTiticaca”. 51 Coberturas Temáticas.

Figura No 1 Landing Page de la primera versión del Observatorio Binacional de la ALT y aplicaciones iniciales.

(a) En una fase inicial, la estructura correspondía a un repositorio de una amplia variedad de categorías de información, desde una base bibliográfica, bases de datos para investigación, hasta una bolsa de trabajo, entre otros. Inicialmente las aplicaciones desarrolladas fueron la *Biblioteca Binacional* (b) y un *Geovisor* (c) para la publicación y descarga de la información geográfica generada por los estudios ejecutados por la ALT.

Desde la conceptualización del “*Observatorio Binacional Titicaca V.01*”, existió la intención de establecer un repositorio con una amplia variedad de categorías de información (Ver Figura No 1), que permita el acceso en un solo portal, a documentos base sobre la caracterización del Sistema Hídrico TDPS, bancos de datos para la investigación, un inventario y catalogación del equipo disponible para la ejecución de monitoreos, una bolsa de trabajo y de personal experto, foros virtuales de consulta respecto a temas técnicos especializados, ofertas y fuentes de financiamiento de cooperantes, entre otras categorías. Sin embargo, este planteamiento no llevo a materializarse, implementado, únicamente, dos aplicaciones, la Biblioteca Binacional, y el GeoTiticaca, un visor de datos geográficos.



El repositorio de la Biblioteca Binacional contenía quinientos ocho (508) documentos (Ver Figura No 1 b), de los cuales cuarenta y nueve (49) correspondían a estudios desarrollados por la ALT (37 de ellos eran documentos del Plan Director Global Binacional), y cuatrocientos cincuenta y nueve (459) correspondían a documentos recopilados de otras instituciones respecto a estudios y proyectos en el ámbito geográfico del Sistema Hídrico TDPS.

El repositorio estaba destinado, sobre todo, a proveer un índice bibliográfico, para que el usuario posteriormente consulte en el material en formato físico en las oficinas de la ALT en la ciudad de La Paz, solo una mínima fracción de la documentación se encontraba en formato digital, y libre para la descarga. Por otro lado, no se formó un proceso adecuado de articulación interinstitucional para nutrir periódicamente el repositorio con nueva documentación, por lo que la biblioteca rápidamente perdió vigencia, por la desactualización de la base documental que poseía.

El “GeoTiticaca” constituía el visor de información geográfica del Observatorio Binacional, construido en el framework *GeoOrchestra*, estaba compuesto por un total de cincuenta y un (51) coberturas temáticas, respecto a información política administrativa, delimitación de unidades hidrográficas, microzonificación ecológica y económica del Sistema Hídrico TDPS, información de los cruceros binacionales de investigación, entre otros; cada cobertura contaba con metadatos, y se disponía de servicios web (de acuerdo a protocolos del *Open Geospatial Consortium – OGC*) para acceder a la geoinformación.

Los servicios del “Observatorio Binacional Titicaca V.01” estuvieron vigentes entre los años 2015 al 2018, gestión en la cual, los servicios se desactivaron al no contar con el presupuesto necesario para mantener el funcionamiento de la plataforma.

Considerando los citados antecedentes, tanto en el marco de la relación bilateral de los gobiernos de la República del Perú y del Estado Plurinacional de Bolivia, como en el trabajo técnico desarrollado hasta la fecha (Ver Figura No 2), la ALT en el mes de noviembre de 2024, culmina con el desarrollo y el relanzamiento del “Observatorio Permanente del Sistema Hídrico TDPS”, como una herramienta para fortalecer la profundización del conocimiento sobre este sistema hídrico binacional, poniendo a disposición los datos e información técnica relevante para la toma de decisiones.



Figura No 2 Hitos importantes en la implementación del Observatorio Permanente del Sistema Hídrico TDPS.



2. Misión y Visión

2.1. Misión

Implementar un repositorio binacional, que permita el acceso libre y oportuno a la información técnica, científica y ancestral, generada por los gobiernos de Bolivia y Perú, para profundizar el conocimiento y la gestión de los recursos hídricos e hidrobiológicos del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa – T.D.P.S.

2.2. Visión

Ser el observatorio líder y de referencia oficial para el almacenamiento, gestión, interpretación y difusión de la información oficial generada en el ámbito geográfico del Sistema Hídrico T.D.P.S., promoviendo una cultura de innovación, datos abiertos y sinergia institucional, que facilite el acceso y generación de información para la toma de decisiones, en favor de la preservación y restauración de las funciones ambientales del ecosistema.

3. Componentes del Observatorio Permanente del Sistema Hídrico TDPS.

El diseño conceptual de la estructura y objetivo de las aplicaciones contenidas en el Observatorio Permanente del Sistema Hídrico TDPS, recoge las recomendaciones de:

- Las acciones definidas por el *Plan de Perfeccionamiento del Plan Director*, contenido en el *Plan Director Global Binacional – PDGB (1995)*.
- La estructura modular recomendada para el “Sistema de Monitoreo Integral”, propuesta por el *Plan de Acción Estratégica (PAE) (2023)*.
- El *Protocolo Binacional para el Monitoreo de la Calidad de Agua del Lago Titicaca Perú – Bolivia, (2020)*.
- Las recomendaciones y solicitudes de información que se cursan desde las instituciones que forman parte de las Comisiones Nacionales para Asuntos de la ALT (CONALT) de Perú y Bolivia.

Para el desarrollo de la plataforma y aplicaciones web (Ver Figura No 3) se empleó un *framework Laravel*, basado en lenguaje *PHP, HTML, JavaScript*; para la gestión de la base de datos *PostgreSQL* y para conexión con estaciones de monitoreo en campo, lenguaje *C y C++* para el mejor rendimiento en la toma de los datos. Se debe destacar también, la contribución del proyecto *GeoBolivia*, dependiente de la Vicepresidencia del Estado Plurinacional de Bolivia, que contribuyó en la implementación del *Geovisor* del Observatorio Binacional, con un modelo basado en *GeoNode*.



Figura No 3 Elementos del Landing Page del Observatorio Binacional Permanente del Sistema Hídrico TDPS.

Se dispone de un banner rotatorio (a) para destacar las noticias y nuevos componentes que se irán anexando de progresivamente al Observatorio Binacional. Los servicios externos que inicialmente están disponibles (b) se presentan en un mosaico para facilitar la visualización y acceso. La galería de imágenes (c) de las actividades que ejecuta la ALT, expone de forma resumida, las principales acciones a través de las cuales se alimenta de datos e información al Observatorio Binacional.



3.1.2. Geovisor

A través del Geovisor del Observatorio Binacional, se accederá a la geo información generada por la ALT para la observación, caracterización y gestión del territorio del Sistema Hídrico TDPs; la base de datos especiales, discriminada por temática de estudio para una adecuada catalogación de la información, permite el acceso irrestricto a las entidades geográficas y sus tablas de atributos, brindando datos e información útil para la toma de decisiones. Las coberturas que representan límites geográficos deben considerarse con carácter referencial, para la obtención de información oficial al respecto deberá remitirse a la entidad competente en cada país.

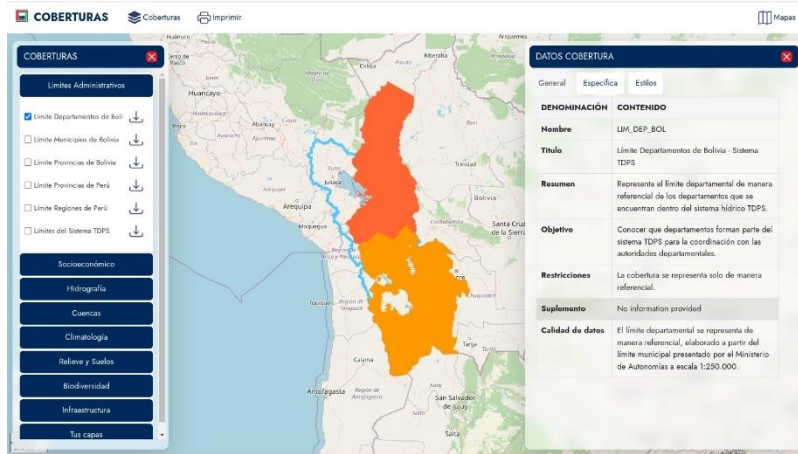


Figura No 6 Pantalla principal del Geovisor del Observatorio Binacional.

El panel izquierdo, muestra la catalogación de las coberturas de la geodatabase. El panel derecho permite el acceso a la descripción de la cobertura y su tabla de atributos.

3.1.3. Calidad Hídrica

El monitoreo de calidad de agua es un proceso sistemático para evaluar las características físico – químicas y biológicas del cuerpo de agua del lago Titicaca, que se conduce por encargo de los gobiernos de la República del Perú y el Estado Plurinacional de Bolivia a través de las instancias nacionales competentes, y bajo coordinación de la ALT, en cumplimiento del “*Protocolo Binacional para el Monitoreo de la Calidad de Agua del Lago Titicaca*” (2020), instrumento técnico que permite la medición idónea de los parámetros de campo y laboratorio.

El Observatorio Binacional pone a disposición, la evolución histórica de la calidad del agua del lago Titicaca determinada a partir de los cruces binacionales ejecutados desde la gestión 2014.

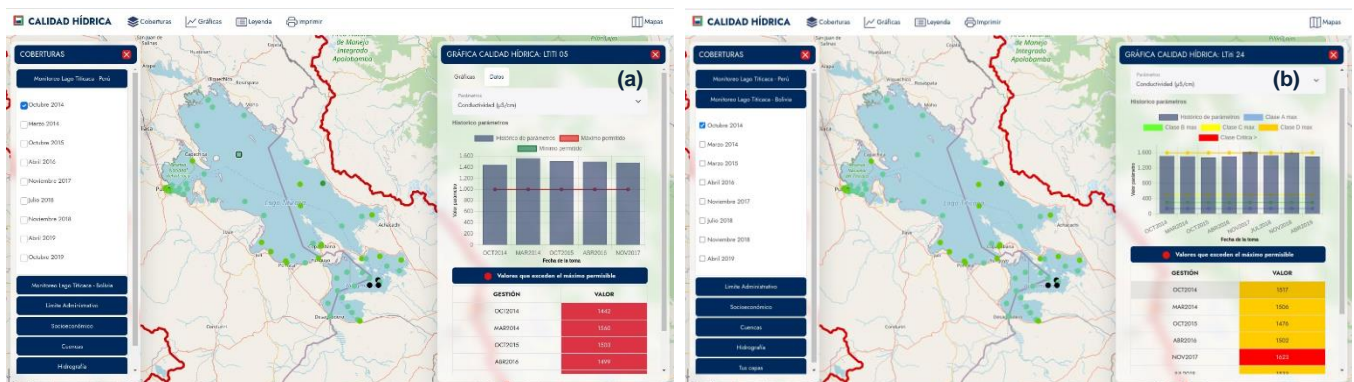


Figura No 6 Pantalla principal del visor de datos de calidad de agua del lago Titicaca.

El panel izquierdo permite acceder a los datos discriminados por campaña de monitoreo y por territorio, además de coberturas base como referencia; en el panel derecho se reflejan los parámetros medidos para cada punto de monitoreo, reflejando la comparativa con los valores máximos permitidos (estándar de calidad ambiental) tanto en la normativa del Perú (a), como en la de Bolivia (b).



3.1.4. Monitoreo Hidrológico

El monitoreo hidrológico es fundamental para la gestión de los recursos hídricos, en los tres cuerpos de agua más importantes que tiene el Sistema Hídrico TDPS (Lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó), la ALT realiza el monitoreo de niveles (en tiempo real para el lago Titicaca y en estaciones convencionales para el Poopó y Uru Uru) y espejos de agua (a través de percepción remota), con el objeto de brindar información a los tomadores de decisión, para entender su comportamiento y programar acciones destinadas a la protección de los ecosistemas asociados; mediante este módulo del Observatorio Binacional, se podrá acceder a estos datos, descargar coberturas de la extensión de los espejos de agua, y realizar procesamientos para calcular la retracción ocurrida en los cuerpos de agua, entre dos épocas de interés.

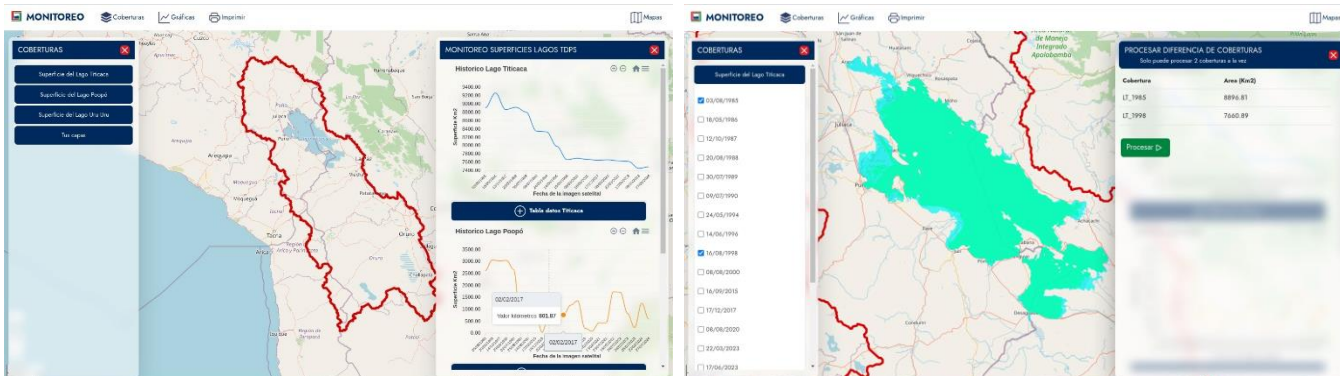


Figura No 6 Pantalla principal del visor de datos de monitoreo hidrológico.

(a) El panel izquierdo permite acceder a los datos discriminados por fecha de adquisición para los tres cuerpos de agua principales del sistema, y permite al usuario cargar sus propias coberturas para analizar una zona de interés en particular, el panel de la derecha muestra la evolución histórica de la extensión de los espejos de agua los lagos Titicaca, Uru Uru y Poopó. (b) Herramienta on line, para el procesamiento de dos coberturas de distintas épocas, permite determinar las zonas de retracción de los cuerpos de agua.

3.1.5. Observatorio del Lago Titicaca (OLT)

Este módulo enlazara con la página web del Observatorio del Lago Titicaca (OLT) en el dominio: <https://olt.geovisorumsa.com/>, generada a través del proyecto piloto PNUD/GEF-05-B-05 del Proyecto Binacional GIRH TDPS (Gestión Integral de Recursos Hídricos del Sistema Hídrico Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa), para permitir al usuario, acceder al set de datos de monitoreo hidrometeorológico que se genera a partir de la boya HidroMet, instalada en la bahía de Huatajata.

3.1.6. Obra de Regulación del Lago Titicaca

A través del Observatorio Binacional, se podrá acceder a dos componentes de monitoreo de la Obra de Regulación del Lago Titicaca (ORLT):

- **El Sistema de Generación Automática de Reportes (SIGER)**, La operación de la ORLT se realiza a través de la acción de los mecanismos electromecánicos de izaje de cuatro pares de compuertas tipo vagón, que deben posicionarse en función del monitoreo hidrológico (nivel) del lago Titicaca. El SIGER, es la solución tecnológica desarrollada por la ALT para el acceso oportuno y permanente a los datos de operación de la ORLT, a través de los sensores instalados en la obra, que permiten un monitoreo en tiempo real. Actualmente permite el envío de reportes diarios, a catorce instituciones peruanas y bolivianas, respecto al nivel diario y mensual del lago Titicaca, posicionamiento de las compuertas de regulación, horas de funcionamiento y consumo de energía de la obra, entre otros parámetros, como apoyo en la toma de decisiones de las autoridades competentes.
- **Sistema SCADA y Control Distribuido**, El sistema SCADA integrado en la ORLT es una herramienta fundamental para el monitoreo, gestión y operación de los sistemas electromecánicos de la obra, permitiendo su control tanto de forma local (en el predio de la ORLT) con la integración también a una interfaz hombre-maquina



(HMI), como remota. Esta tecnología permite una operación segura en situaciones de rutina, como también la acción oportuna y eficiente antes situaciones de emergencia. Este sistema podrá ser visualizado por los miembros de las Comisiones Nacionales para Asuntos de la ALT, como una medida para transparentar la operación que se ejecuta en la ORTL.

Oficina Regional de la ALT en la ciudad de Oruro, 11 de noviembre de 2024.