

## **1. ANTECEDENTES.**

La Cuenca del río Suches es un importante afluente de agua que desemboca en el Lago Titicaca, la misma que se encuentra compartida por Bolivia y Perú. Entre las actividades más importante de la zona se encuentra la agricultura, pastoreo y la minería. El uso de agua se focaliza a lo largo de la Cuenca para el riego de cultivos de papa, quinua, cebada, avena y trigo, entre otros. Además de la ganadería tiene gran peso en esta zona rural y la existencia de pastos y forrajes favorecen a la crianza de los animales para su carne, leche y fibra. Por la cual existe una gran preocupación de los gobiernos de ambos países y los pobladores de la zona por el inadecuado tratamiento y cuidado del río Suches, ya que de mantenerse esta situación que pondría en peligro la agricultura, ganadería y consumo humano.

En este contexto la Unidad Operativa Boliviana (UOB), entidad desconcentrada del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA), en el marco de sus atribuciones por ley y sus estrategias operativas, el cual tiene por objetivo el gestionar, facilitar y fortalecer la gestión integral de los recursos hídricos en el área correspondiente al sistema Hídrico TDPS (Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó, y Salar de Coipasa) ha realizado continuamente Campaña de Monitoreo de la calidad hídrica en la Cuenca del Río Suches.

Siguiendo esta dinámica, la UOB planifico participar en la cuarta campaña binacional de calidad de aguas y sedimentos de la cuenca del Río Suches que se llevó a cabo en 2018, además de realizar una evaluación de la evolución de la calidad de agua comparando los datos técnicos de monitoreo desde la gestión 2014 realizadas hasta el momento, a través de la toma de muestras en 11 puntos al largo de la mencionada cuenca.

## **2. INTRODUCCION.**

La cuenca del Río Suches se halla ubicado al occidente del departamento de La Paz y limita al norte y este con valles interandinos del departamento de La Paz, al sur con el lago Titicaca y al oeste con la república del Perú. El río Suches nace en la laguna Suches a una altura de 4605 msnm, desde este punto pasa a formar frontera con Perú en un tramo de 95 kilómetros donde se adentra en territorio boliviano discurriendo en un tramo de 79 kilómetros hasta desembocar en el lago Titicaca. En total tiene una longitud de 174 km, siendo uno de los principales afluentes del lago.

En este informe se realizará y analizara la calidad de agua en 11 puntos de monitoreo en la Cuenca del Rio Suches, para comprender el estado en que se encuentra el rio en estos últimos años respecto a la evolución de cada parámetro de monitoreo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Realizar la evaluación de la calidad hídrica y sedimentos de la cuenca del Rio Suches, Monitoreo Binacional (Bolivia – Perú), de los parámetros físico-químicos “in situ” que permita conocer el comportamiento de esta cuenca.

#### **3.2. Objetivo Específico**

- Participar en la campaña de monitoreo binacional de calidad de aguas y sedimentos de la Cuenca del Ríos Suches a realizarse en abril del presente año y así poder conocer cada punto de muestreo.
- Determinar parámetros fisicoquímicos (básicos) presentes en cada punto de muestreo (Potencial de Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD) y Temperatura (T))
- Realizar el análisis de cada punto de muestreo a lo largo de la cuenca como: parámetros básicos que sirva para evaluar la evolución de la calidad hídrica de la cuenca del rio suches.

### **4. MARCO LEGAL.**

La (UOB-ALT), es una Entidad Desconcentrada creada y dependiente administrativamente del actual Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), tal cual lo señala la Resolución Ministerial N° 29/95 del 14 de marzo de 1995, el D.S. No. 28939 del 22 de noviembre de 2006 y el Art. 14 del Estatuto de la Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico “TDPS” (ALT) que a su vez establece la dependencia técnica de la (UOB) de esta Institución Binacional.

La “V Campaña binacional (Bolivia-Perú) de monitoreo de calidad hídrica, sedimentos y aforo de caudales en la Cuenca del Río Suches”, se realizó en cumplimiento al siguiente marco normativo vigente:

- C.P.E., Capítulo V, Art. 373, Art. 374, Art. 375, Art. 376, Art. 377
- LEY DEL MEDIO AMBIENTE Ley N°1333, REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA, TÍTULO IV Monitoreo, evaluación, prevención, protección y conservación de la calidad hídrica.
- Decreto Supremo N° 24176 - Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
- LEY DE MINERÍA Y METALURGIA, Ley N°535 Art. 111, Art. 112.
- Ley N° 300 - LEY MARCO DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN Art. 19, Art. 27 (Agua).

## 5. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

### 5.1. RED DE MONITOREO

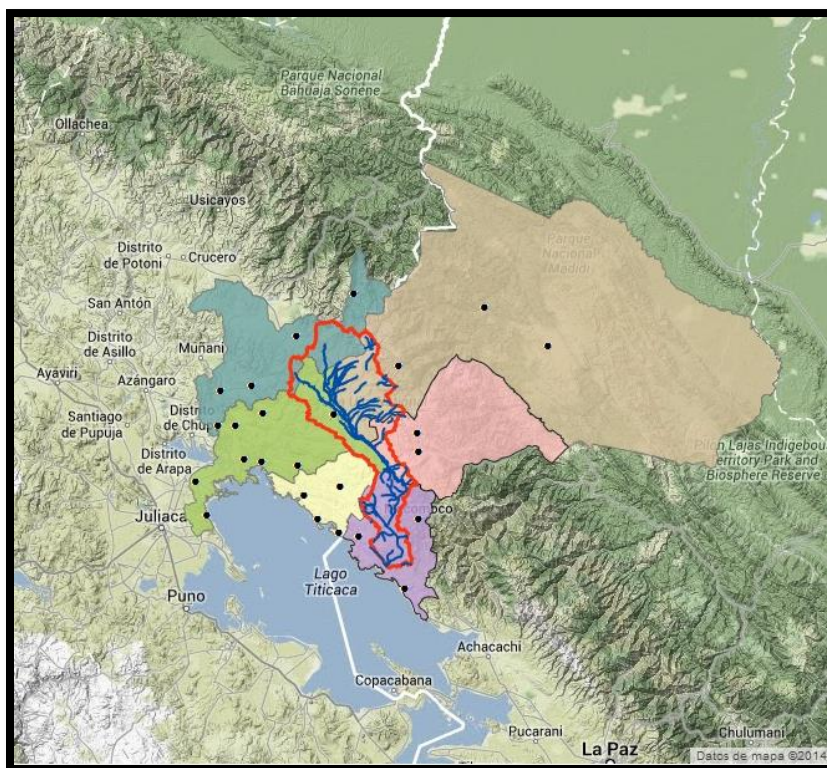
La Cuenca del Río Suches, se encuentra en la jurisdicción de los municipios de Pelechuco; Charazani; Moco Moco, Escoma, Puerto Acosta, Humanata; las que se encuentran dentro de las Provincias Franz Tamayo, Bautista Saavedra y Camacho, respectivamente; del Departamento de La Paz.

La Cuenca del Suches pertenece al sistema de cuencas endorreicas del Lago Titicaca, el Río es compartido y se constituye como límite internacional entre Perú y Bolivia. Nace en la laguna Suches a una altura de 4.605 msnm. Desde este punto pasa a formar línea de frontera entre Perú y Bolivia en un tramo de 95 Km. donde se adentra en territorio boliviano discurriendo en un tramo de 79 Km. hasta desembocar en el Lago Titicaca. (UOB, 2018).

CUENCA DEL RÍO SUCHES			COORDENADAS		
N	Código	Nombre	X	Y	h
1	SUCH 01	Cabecera Laguna Suchez	477332	8369662	4710
2	SUCH 02	Salida Laguna Suches	463423	8364259	4608
3	SUCH 03	Puente Huancasaya	476991	8325865	4315
4	SUCH 04	Puente Cantati Uruni	483560	8319481	4304
5	SUCH 05	Puente Warachani	487891	8312681	4237
6	SUCH 06	Puente Ococoya	494274	8302923	4060
7	SUCH 07	Puente Cala Cala	490506	8298866	3998
8	SUCH 08	Puente Humanata	486567	8289213	3906
9	SUCH 09	Puente Taypi Chiñaya	490296	8278541	3845
10	SUCH 10	Puente Escoma	485682	8268739	3820
11	SUCH 11	Com. Ollaychape	484687	8265657	3823

**Cuadro 1. Red de Monitoreo Bolivia**

La superficie total es de 2930.73 Km<sup>2</sup> (1160,75 Km<sup>2</sup> corresponde al territorio peruano y 1769,98 Km<sup>2</sup> al territorio boliviano) (ANA, 2010), y tiene una población aproximada de 80.004 habitantes (33.643 en Perú y 46.361 en Bolivia) (ANA, 2010)



**Fig. N°1.-**Mapa georeferencial de la cuenca del Suches y las provincias comprendidas entre Perú y Bolivia.  
(PRASEDES, 2014)

## 6. METODOLÓGIA EMPLEADA.

### 6.1. Secuencia metodológica de muestreo del agua.

Inicialmente se planificó un muestreo y monitoreo para esta gestión de la cuenca Suches para esta gestión, Por otra parte, se realizó la preparación del monitoreo y la toma de muestras, para ello se preparó materiales y equipos de medición in situ. El trabajo técnico se realizó con la participación de personal de la UOB, SENAMHI, SERNAP y el VRHR de manera coordinada entre instituciones realizando tareas conjuntas y específicas en algunos casos.

Las tareas efectuadas se rigen de acuerdo a protocolos de muestreo que estableció el VRHR. Para los 11 puntos de muestreo en el sector boliviano, donde la tarea de aforos estuvo a cargo

de personal del SENAMHI, el apoyo logístico y ubicación y condiciones de muestreo en los puntos estuvo a cargo de personal del SERNAP, tareas de muestreo in situ de calidad de agua de los diferentes parámetros físico químicos las realizo de manera conjunta personal del VRHR y la UOB.

- A través del mapa, se ubicó el acceso a la estación de muestreo.
- En el sitio se midió y registro las coordenadas y altitud con GPS.
- Toma de fotografías de la estación de monitoreo.
- Antes de la recolección de la muestra, los envases o frascos de muestreo, fueron lavados con la misma agua (3 veces) a ser muestreada, con el fin de retirar cualquier material extraño que puede estar presente en el frasco antes de recolectar la muestra real.

## 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS EMPLEADOS.

Para la realización del trabajo de campo, se emplearon los siguientes equipos e instrumentos:

- Receptor GPS. Navegador GARMIN.
- Equipo multiparametro: medidor de pH, T, OD y CE.
- Turbidímetro
- Tablero de cartón prensado para trabajo de campo.

### GPS. Garmin Serie "OREGON"

Este equipo navegador de posicionamiento satelital, permite determinar los siguientes aspectos:



### Características y condiciones de operación

Procesador de trayecto.  
Marcar waypoints o coordenadas de interés.  
Uso como brújula.  
Marcar destinos.  
Capacidad para almacenar mapas.  
Precisión +/- 10 metros, en 95% de condiciones óptimas.

### Equipo multi parámetro TERMO SCIENTIFIC ORION

Este instrumento permite medir parámetros como Potencial de Hidrogeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Temperatura (T), Oxígeno Disuelto (OD)



### Características y condiciones de operación

Marca: Termo Scientific  
Modelo: Orión portátil  
Potencial de Hidrogeno (pH).  
Conductividad Eléctrica (CE).  
Temperatura (T).  
Exactitud (pH) : ±0.002  
Exactitud relativa (CE): 0.5 % lectura ±1 dígito  
Rango : 0.001 µS a 3000 mS  
Exactitud (OD) : 0 a 50 mg/L

### Equipo Turbidímetro AL250T-IR

El turbidímetro está diseñado para permitir pruebas rápidas y precisas en el sitio la turbidez de las muestras tomadas. El amplio rango de medición de 0.01 a 1100 TE / F = NTU = FNU permite el uso del instrumento para varias muestras, desde agua potable para aguas residuales.



### Características y condiciones de operación

Marca: Aqualytic®: Modelo: AL250T-IR  
Ciclo de medición: duración de aproximadamente 9 segundos  
Óptica: LED de temperatura compensada y amplificador de fotosensor en una cámara estanca  
teclado: Rango de medición: 0.01 a 1.100 NTU (rango automático)  
Resolución: 0.01 a 9.99NTU = 0.01NTU  
Precisión: ± 2.5% del valor medido o ± 0.01NTU (de 0 a 500NTU) ± 5% (de 500 a 1100 NTU)

### 7.1. Periodo y alcance.

El Monitoreo Binacional (Perú – Bolivia) de la calidad del agua en la Cuenca del Rio Suches, se realizó desde el 22 al 25 de abril de 2019, de los cuales se tuvo participación conjunta del sector peruano-boliviano en los puntos RSuch01; RSuch 02; RSuch 03; RSuch 04 y los restantes puntos de muestreo fueron ejecutados por la comisión técnica boliviana.

### 7.2. Responsables, Personal técnico y administrativo.

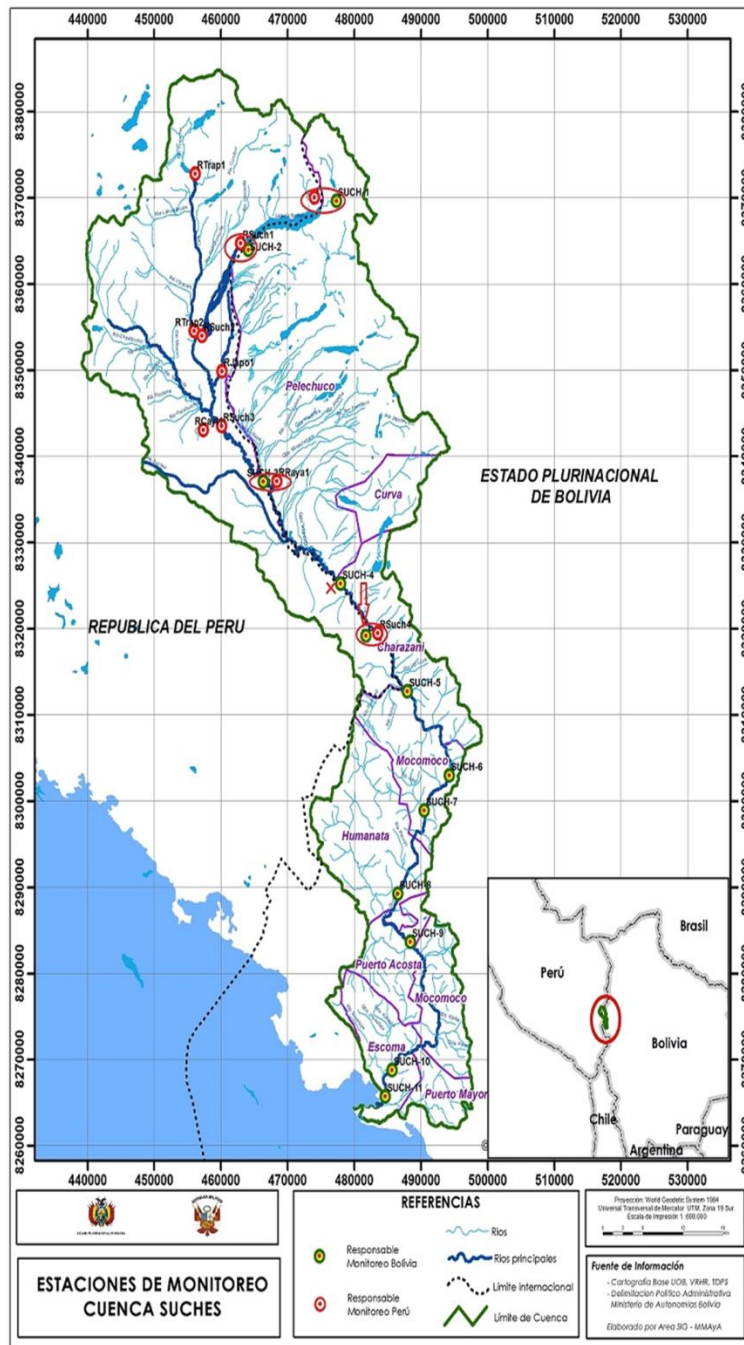
Institución	Participante
<b>Perú:</b> Autoridad Nacional del Agua Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca	Ing. Rocío Gómez Paredes, Gliceth Murillo Condori Jose Cualla Huayllara
<b>Bolivia:</b> El Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) Unidad Operativa Boliviana – U.O.B. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) El Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)	<b>Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)</b> Ing. Grover Apaza <b>Unidad Operativa Boliviana (UOB)</b> Ing. Yerko Beymar Franco. <b>Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)</b> Gabriel Espinoza Bautista Wilder Ramires Huanca <b>El Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)</b> Gabriela Rios Chamcos Júlío Caballero Canaza Jhonny Quisbert Cáceres

**Cuadro N°1.-** Responsables y ejecutores de la “V Campaña binacional de monitoreo de calidad hídrica en la Cuenca del rio Suches”. (abril-2019)

**7.3. Red de puntos de Monitoreo de calidad del agua Cuenca del Rio Suches.**

N°	DATOS DE PUNTO DE MUESTREO			COORDENADAS	
	Fecha	Ubicación	Punto	E	N
1	22/04/2019	Cabecera Lag. Suches	RSuch01	477335	8369654
2	22/04/2019	Hito 20 Salida Lag. Suches	RSuch02	463374	8364250
3	23/04/2019	Hito9 Taypistancia	RSuch03	476996	8325900
4	23/04/2019	Puente Cantati Ururi	RSuch04	483555	8319391
5	23/04/2019	Hito2 Chullumpini	RSuch05	487918	8312705
6	23/04/2019	Wilacota	RSuch06	494280	8302926
7	24/04/2019	Pacobamba	RSuch07	490475	8298826
8	24/04/2019	Humanata	RSuch08	486581	8289186
9	24/04/2019	Taypi Chiñaya	RSuch09	488426	8283668
10	24/04/2019	Escoma	RSuch10	485699	8268719
11	25/04/2019	Ollaychape	RSuch11	484692	8265654

**Cuadro N°2.- Puntos de muestreo, fechas, ubicación y coordenadas.**



**Figura N°2.-**Mapa de sectorización de la Cuenca del Río Suches. Para el monitoreo de calidad de agua. (MMAyA, abril 2019)



## 8. RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO.

### 8.1. Resultados de registros de parámetros de campo Cuenca Rio Suches (Bolivia) Monitoreo I-2019.

Los resultados obtenidos en campo fueron tabulados, sistematizados y clasificados conforme a los límites permisibles establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333. Producto de esta clasificación se procedió a la elaboración de gráficos, de todos los parámetros que varían entre clases y aquellos que su valor excede al límite permitido según normativa.

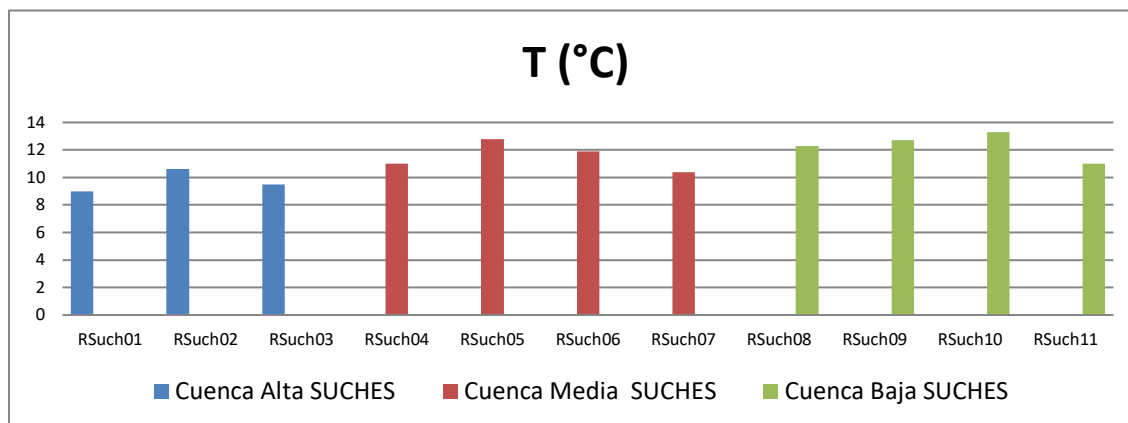
Durante el monitoreo se realizó la toma de los parámetros in situ, los cuales son: Conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto, pH, Turbidez y temperatura. Estos datos relevados en campo son importantes al momento de tener un diagnóstico de la calidad hídrica de los distintos puntos monitoreados, en ella se refleja aspectos importantes sobre el estado de las aguas, si esta está afectada por alguna fuente de contaminación.

N°	DATOS DE PUNTO DE MUESTREO			COORDENADAS		PARÁMETROS					
	Fecha	Lugar	Punto	E	N	T (°C)	pH	Cond (uS/cm)	OD (%)	OD (mg/l)	Turb (NTU)
1	22/04/2019	Cabecera Lag. Suches	RSuch01	477335	8369654	9	7.74	61.2	103.1	6.85	246
2	22/04/2019	Hito 20 Salida Lag. Suches	RSuch02	463374	8364250	10.6	7.74	47.4	104	6.73	8.68
3	23/04/2019	Hito9 Taypistancia	RSuch03	476996	8325900	9.5	7.74	111.1	99.4	6.82	18.8
4	23/04/2019	Puente Cantati Ururi	RSuch04	483555	8319391	11	8.23	122.5	111.7	7.41	18.3
5	23/04/2019	Hito2 Chullumpini	RSuch05	487918	8312705	12.8	8.75	122.7	104.1	6.63	17.5
6	23/04/2019	Wilacota	RSuch06	494280	8302926	11.9	8.69	132.8	106.2	7.02	16.9
7	24/04/2019	Pacobamba	RSuch07	490475	8298826	10.4	8.14	131.9	105.1	7.37	19.5
8	24/04/2019	Humanata	RSuch08	486581	8289186	12.3	8.26	133.5	107.9	7.24	15.4
9	24/04/2019	Taypi Chiñaya	RSuch09	488426	8283668	12.7	8.23	106.3	106.3	7.13	13.8
10	24/04/2019	Escoma	RSuch10	485699	8268719	13.3	8.09	149	105.5	6.97	15.6
11	25/04/2019	Ollaychape	RSuch11	484692	8265654	11	7.98	144.1	97.2	6.82	13.2

**Cuadro N°3.-** Parámetros fisicoquímicos obtenidos en campo en los puntos de muestreo. (Elaboración propia).

## 8.2. Evaluación e interpretación de resultados obtenidos.

### ➤ Temperatura



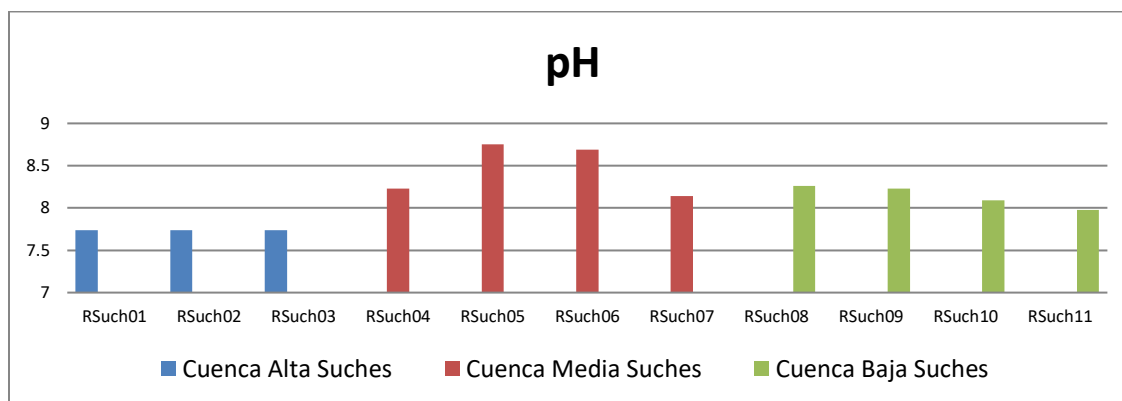
**GráficoN°1.-** Comportamiento de la Temperatura en la Cuenca del Río Suches (abril 2019).

Esta variable es importante para la vida acuática, ya que el agua a temperaturas altas contiene menos oxígeno que el agua fría, cuando la temperatura del agua aumenta, la concentración de oxígeno disuelto disminuye. Asimismo, como la temperatura aumenta, el animal consume oxígeno a una mayor tasa por la cual, los peces al soportar esta tensión pueden sucumbir con mayor probabilidad debido a los contaminantes, parásitos y enfermedades. En los datos obtenidos en el muestreo del parámetro de Temperatura en la Cuenca del Río Suches, se puede verificar que se tiene un comportamiento variable en términos de incremento a medida que se desciende hacia la Cuenca Baja, en los cuales los valores medios por sectorización de la Cuenca del Suches son:

- ❖ Cuenca Alta:  $T_m$  (°C)= 9.70
- ❖ Cuenca Media:  $T_m$  (°C)= 11.53
- ❖ Cuenca Baja:  $T_m$  (°C)= 12.33

En este análisis se logra apreciar que los rangos de temperaturas están comprendidos entre  $T_{min}(°C)=9.00$  a  $T_{max}(°C)=13.30$ , en los cuales se tiene un valor medio de  $T_m=11.32°C$  comprendidos en 11 puntos muestrales del sector boliviano.

➤ **pH**



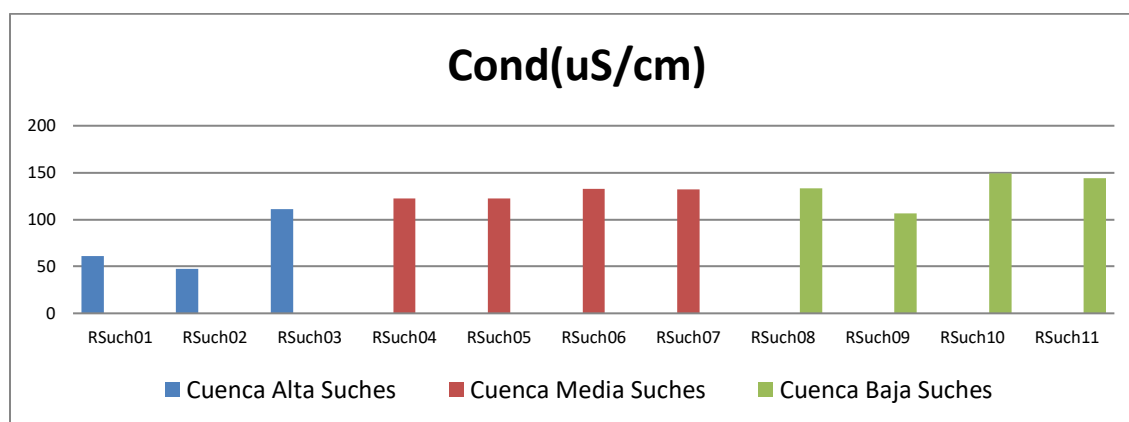
**GráficoNº2.-** Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en la Cuenca del Río Suches (abril 2019).

Para el análisis del comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en el conjunto de muestral de los 3 sectores de la Cuenca del Río Suches, se obtuvieron los siguientes valores medios:

- ❖ Cuenca Alta: pH= 7.74
- ❖ Cuenca Media: pH= 8.45
- ❖ Cuenca Baja: pH= 8.14

Entre los cuales los valores mínimos y máximos de pH fueron de pHmin=7.74 y pHmax=8.75 a lo largo de los puntos muestreados, con un promedio de pHm=8.14 en la jurisdicción boliviana.

➤ **Conductividad (Us/cm)**



**GráficoNº3.-** Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en la Cuenca del Río Suches (abril 2019).

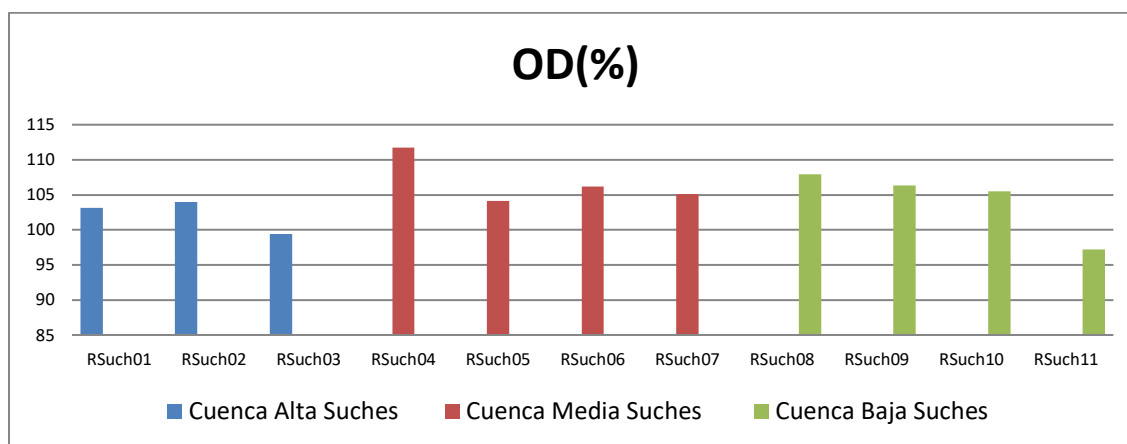
La conductividad eléctrica brinda información de la presencia de sales disueltas en el cuerpo de agua, ya que las mismas se deben a la presencia de los diferentes iones, por lo tanto, el conocimiento de estas permite, no solo tener un diagnóstico rápido de los cuerpos de agua, sino la magnitud de contaminantes en el cuerpo. Un análisis de laboratorio ilustra las concentraciones que pueden aportar a la conductividad eléctrica, los electrolitos en solución presentan esta propiedad fisicoquímica.

Con relación a este estudio en la Cuenca, se obtuvieron los siguientes valores medios sectorizados:

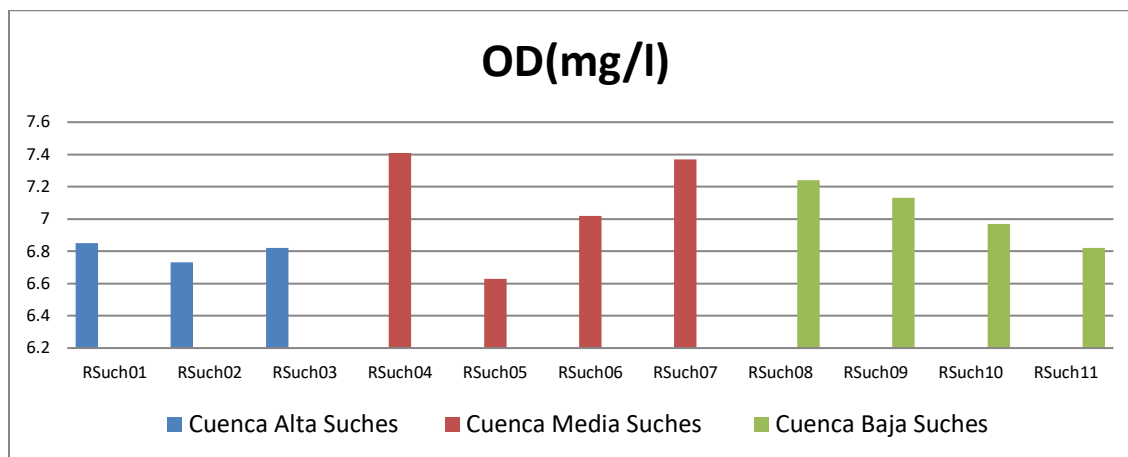
- ❖ Cuenca Alta: Cond (uS/cm) = 73.23
- ❖ Cuenca Media: Cond (uS/cm) = 127.48
- ❖ Cuenca Baja: Cond (uS/cm) = 133.23

En los cuales los valores de conductividad oscilan entre Cond. (uS/cm) min=47.40 y Cond. (uS/cm) max=149.00, con una media de Cond. (uS/cm) m =114.77 del conjunto de datos tomados en la Cuenca.

➤ **OD(%) y OD(mg/l)**



**GráficoN°4.-** Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en la Cuenca del Río Suches (Abril 2019).



**GráficoNº5.-** Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Río Suches (abril 2019).

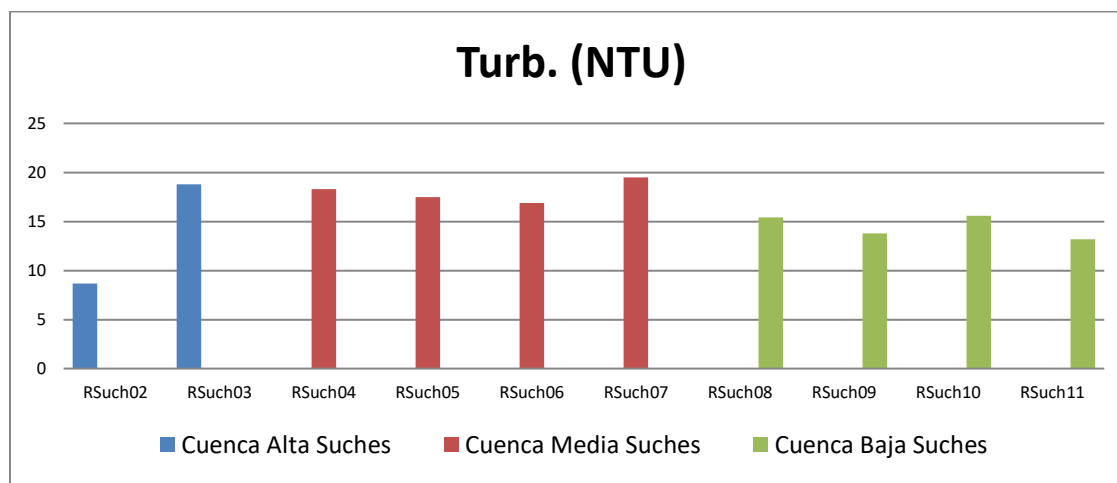
El Oxígeno disuelto, tiene diferentes fuentes por la que llega al cuerpo de agua. Una de ellas es la actividad mecánica del flujo turbulento que tiene el cuerpo de agua en el trayecto, el trayecto accidentado por la presencia de rocas, las pequeñas cascadas y pendientes hacen que el oxígeno del ambiente quede disuelto. Por otra parte, también existe la fuente de oxígeno generado por las plantas y vegetación que se encuentran sumergidas en el cuerpo de agua.

Los valores medios obtenidos de Oxígeno Disuelto en el análisis en este informe son los siguientes:

- ❖ Cuenca Alta: OD (mg/l) = 6.80 y OD (%)= 102.17
- ❖ Cuenca Media: OD (mg/l) = 7.11 y OD (%)= 106.78
- ❖ Cuenca Baja: OD (mg/l) = 7.04 y OD (%)=104.23

Por medio de este análisis se observa que los valores mínimos y máximos de oxígeno disuelto son ODmin (mg/l) = 6.63 registrado en RSuch05 y ODmax (mg/l) = 7.41 registrado en RSuch04, en el cual la media del total de datos analizados en el sector boliviano tiene un valor de ODM (mg/l) = 7.00 y una saturación de ODM (%) = 104.59.

➤ **Turbidez(NTU)**



**GráficoN°6.-** Comportamiento de la Turbidez en la Cuenca del Río Suches (abril 2019).

Se debe tomar en cuenta que a valores altos de Turbidez el calor se retiene mucho más, incrementando la temperatura, por lo cual las concentraciones de oxígeno en el agua reducirían, además de que diversos organismos no sobreviven en aguas a temperaturas mayores, favoreciendo a la multiplicación de otros. Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, hecho que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún. Según la sectorización de la Cuenca del Suches podemos dar a conocer los valores medios obtenidos en parámetros de Turbidez:

- ❖ Cuenca Alta: Turb. (NTU)=91.16
- ❖ Cuenca Media: Turb. (NTU)=18.05
- ❖ Cuenca Baja: Turb. (NTU)= 14.50

En los cuales se logra apreciar una variación sectorizada definida, entre los rangos de Turb. (NTU)=8.68 como valor mínimo y Turb. (NTU)=246.00 como máximo, con un valor medio de Turb. (NTU)= 36.70 en el análisis de los vdatos de la Cuenca del Rio Suches.

Este estudio se plantea en consideración relativa a todos los parámetros fisicoquímicos delimitados, que están referenciados en los datos registrados a lo largo de los 11 puntos de muestreo, sin existir una valoración objetiva del ecosistema, hábitad y otros factores socioeconómicos que involucren o influyan en el comportamiento en la Cuenca del Rio Suches en su integridad.

## **9. CONCLUSIONES.**

### **9.1. Conclusiones Generales.**

- Se cumplió con el plan de monitoreo, el muestreo, y las mediciones de parámetros fisicoquímicos en campo, de acuerdo al cronograma y plan de trabajo.
- Se realizó la toma de muestras en 11 puntos del Río Suches desde la cabecera del lago de Suches hasta la desembocadura del río al lago Titicaca de acuerdo a lo planificado, en los cuales se analizaron datos de campo (parámetros Físico Químicos).
- La participación de la UOB “Unidad Operativa Boliviana”, tuvo un papel importante a lo largo del monitoreo, debido a la disponibilidad de equipos multiparamétricos calibrados, logrando relevar a la Institución ejecutora MMAYa/VRHR en el muestreo Multiparamétrico de Turbidez, pH, Temperatura.

### **9.2. Conclusiones Técnicas.**

- En los resultados obtenidos en el muestreo del parámetro de Temperatura a lo largo de la cuenca del Río Suches, se identificó un incremento de esta variable a medida que avanza hacia la Cuenca Baja del Río Suches, en el cual los valores analizados están entre 9.00°C (RSuch01) y 13.30°C, este último como su valor más alto registrado en RSuch10. Los datos analizados llegan alcanzar una media de 11.32°C.
- Con referencia al Potencial de Hidrogeno en el comportamiento de la cuenca, puede contrastarse que los datos tomados en la sección de la Cuenca Media del Río Suches son mayores en magnitud que las registradas en las cuencas Alta y Baja, en los cuales los valores de pH obtenidos oscilan entre 7.74 (RSuch01, RSuch02, RSuch03) y 8.75 (RSuch05), el estudio de esta variable establece una media de 8.14 en sector boliviano de la Cuenca, clasificándolas como A y B de acuerdo al RMCH, teniendo en cuenta que el 80% de las muestras tomadas se encuentra por debajo de pH 8.5.
- En relación a Conductividad se logra apreciar un incremento a medida que se va descendiendo en los puntos muestrales hasta llegar a la Cuenca Baja del Río Suches, entre los cuales el valor mínimo es de 47.40uS/cm (RSuch02) y el máximo de 149.00 uS/cm (RSuch10), también se llegó a obtener el valor medio entre todos los puntos muestrales que

fue de 114.77 uS/cm, el cual se puede clasificar como “Aguas de buena calidad aptas para el riego” según la USDA.

- El análisis de comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Rio Suches se logra identificar que la Cuenca Media cuenta con los valores más elevados en cuanto a presencia de oxígeno disuelto con un promedio de 7.11 mg/l y una saturación de 106.78 %, con su valor máximo en RSuch04 de 7.41 mg/l con una saturación de 111.70 %. En contraste se encuentra que la Cuenca Alta tiene valores promedios inferiores al de la Cuenca Media, los cuales son de 6.80 mg/l y 102.17% de saturación.

La media presente en el conjunto de datos obtenidos en la Cuenca del Rio Suches es de ODm (mg/l) = 7.00 y ODm (%) = 104.59, categorizándola como Clase A según el RMCH.

- En todos los puntos de monitoreo de las gestiones anteriores existe un problema con la DBO5 y DQO ya que se clasifica en un tipo de agua de clase C ( $5 < 20$  mg/L RMCH) lo cual nos indica que no existe muy buena biodegradabilidad y oxidación de la materia orgánica presente en el río, lo mismo puede ser un problema ya que mientras más materia se va acumulando sin ser degradado esto consume mucho más oxígeno y por ende existe un desequilibrio en la cantidad de oxígeno que se requiere para la sobrevivencia de animales acuáticos en el área y por ende mueren este tipo de especies o migran a diferentes lugares.
- En el tema de turbiedad se obtuvo una media de 36.70 NTU en el total de los puntos muestreados a lo largo de la Cuenca, se logra apreciar una variación entre el rango de los 8.68 NTU(RSuch02) y 246.00 NTU(RSuch01), teniendo un valor medio más elevado en la Cuenca Alta de 91.16 NTU, contrastando con este análisis se puede apreciar que el 90% de los datos recolectados se encuentran por debajo de los 50 NTU calificándola como Clase B según el RMCH.
- Podemos observar que en todos los monitores la turbidez del río se encuentra dentro de la clase B según los límites permisibles del RMCH, tomando en cuenta que, si la turbidez temperatura aumentaría, la concentración de oxígeno en el agua reduciría esto porque muchos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.



## **10. SUGERENCIAS.**

- Continuar con las actividades de monitoreo para las siguientes gestiones.
- Se dieron algunas modificaciones en cuanto al monitoreo y la toma de muestras, debido a que no se realizó la toma in-situ de datos de sedimentación con el cono IMHOFF, ya que no se contaba con el instrumento para su respectivo muestreo.
- Se debe hacer un control del pH en el río ya que se observa el aumento de la alcalinidad en cada punto.
- Se recomienda en el siguiente muestreo realizar también analizar  $\text{NH}_3$  ya que en la última gestión no se tuvo el dato de este constituyente y viendo que en los anteriores monitorios este constituyente se mantiene en la clase B.
- Se recomienda realizar estudios multidisciplinarios para la extracción de sedimentos en determinados puntos estratégicos, para evitar a largo plazo el incremento de estos.
- Conforme se vio el desarrollo del monitoreo en los distintos puntos, se sugiere revisar los procedimientos de seguridad y el uso de EPP coordinado entre MMAYa/VRHR-UOB-SENAMHI-SERNAP para el recojo de muestras y las mediciones en campo, con el fin de ser más eficientes en el trabajo y salvaguardar la vida de las personas involucradas.

## **11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE LA LEY DEL MEDIO AMBIENTE No. 1333 La Paz - Bolivia, RMCH 1995.
- PLAN DE TRABAJO N° 10/2017 CAMPAÑA DE MONITOREO BINACIONAL BOLIVIA – PERÚ DE LA CALIDAD HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO SUCHES, UOB 2017.
- PLAN DE TRABAJO N° 10/18 MONITOREO BINACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO SUCHES, UOB agosto 2018.
- PLAN DE MONITOREO BINACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO SUCHES, MMAYa abril 2019.

## **12. ANEXO.**

- *Memoria Fotográfica*
- *Fichas de descripción de puntos de muestreo (Formato del VRHR-MMAYa adecuado por la UOB)*

**MEMORIA FOTOGRAFICA DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA DE LA  
CUENCA DEL RIO SUCHES.**



**Reunion Binacional con la participacion de  
Instituciones del Perú y Bolivia (22/04/2019)**



**RSuch01-Muestro Binacional Perú-Bolivia  
(22/04/2019).**



**RSuch03-Muestreo Binacional coordinado  
SERNAP-SENAMHI-MMAyA-UOB, personal  
técnico boliviano (23/04/2019).**



**RSuch04-Cierre de muestreo Binacional  
conjunto Perú-Bolivia (23/04/2019).**



**Metodologia de muestro coordinado MMAyA-UOB para el analisis de parametros  
fisicoquimicos y la conservacion de muestras.**



**RSuch08-Muestreo y análisis de  
Parametros Fisicoquimicos MMAyA-UOB  
(24/04/2019).**



**RSuch11- Último punto de muestreo sector  
Bolivia (25/04/2019).**

**RESULTADOS DEL V MONITOREO BINACIONAL DE CALIDAD Y CANTIDAD**

**HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RÍO SUCHES**

**(21 AL 25 DE ABRIL DE 2019).**

<b>A. <u>CONTENIDO</u></b>	<b>Pág.</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3.1. Objetivo General.....</b>	<b>2</b>
<b>3.2. Objetivo Específico.....</b>	<b>2</b>
<b>4. MARCO LEGAL.....</b>	<b>2</b>
<b>5. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>5.1. RED DE MONITOREO.....</b>	<b>3</b>
<b>6. METODOLÓGIA EMPLEADA.....</b>	<b>4</b>
<b>6.1. Secuencia metodológica de muestreo del agua.....</b>	<b>4</b>
<b>7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS EMPLEADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>7.1. Periodo y alcance.....</b>	<b>6</b>
<b>7.2. Responsables, Personal técnico y administrativo.....</b>	<b>6</b>
<b>7.3. Red de puntos de Monitoreo de calidad del agua Cuenca del Rio Suches.....</b>	<b>7</b>
<b>8. RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO.....</b>	<b>9</b>
<b>8.1. Resultados de registros de parámetros de campo Cuenca Rio Suches (Bolivia) Monitoreo I-2019.....</b>	<b>9</b>
<b>8.2. Evaluación e interpretación de resultados obtenidos.....</b>	<b>10</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>9.1. Conclusiones Generales.....</b>	<b>15</b>
<b>9.2. Conclusiones Técnicas.....</b>	<b>15</b>
<b>10.SUGERENCIAS.....</b>	<b>17</b>
<b>11.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>17</b>
<b>12.ANEXO.....</b>	<b>17</b>

## **B. SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

AAA: Autoridad Administrativa del Agua

ANA: Autoridad Nacional del Agua

ALA: Administración Local del Agua.

ALT: Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca (Sistema Hídrico TDPS).

IBTEN: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear.

MMAyA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

UOB: Unidad Operativa Boliviana.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

SERNAP: Servicio Nacional de Áreas Protegidas.

VRHR: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego.

RMCH: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

DBO5: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez.

EPP: Equipo de Protección Personal

## **C. ABREVIATURAS**

Art.: Artículo

Tm.: Temperatura media

Tmin.: Temperatura mínima

Tmax.: Temperatura máxima

pH: Potencial Hidrogeno

pHm.: Potencial Hidrogeno medio.

pHmin.: Potencial Hidrogeno mínimo

pHmax.: Potencial Hidrogeno máximo

Cond.: Conductividad Eléctrica

Cond.m.: Conductividad Eléctrica media.

Cond.min.: Conductividad Eléctrica mínima.

Cond.max.: Conductividad Eléctrica  
máxima.

OD: Oxígeno Disuelto.

ODm.: Oxígeno Disuelto medio.

ODmin.: Oxígeno Disuelto mínimo.

ODmax.: Oxígeno Disuelto máximo.

Turb.: Turbidez

Turb.m: Turbidez media.

Turb.min: Turbidez mínima.

Turb.max.: Turbidez máxima.

#### **D. ÍNDICE DE CUADROS**

**Pág.**

<b>Cuadro N°1.-</b> Responsables y ejecutores de la “V Campaña binacional de monitoreo de calidad hídrica en la Cuenca del río Suches”. (Abril-2019).....	6
<b>Cuadro N°2.-</b> Puntos de muestreo, fechas, ubicación y coordenadas. ....	7
<b>Cuadro N°3.-</b> Parámetros fisicoquímicos obtenidos en campo en los puntos de muestreo. .9 (Elaboración propia). ....	9

#### **E. ÍNDICE DE FIGURAS**

**Pág.**

<b>Fig. N°1.-</b> Mapa georeferencial de la cuenca del Suches y las provincias comprendidas entre Perú y Bolivia. ( <i>PRASDES, 2014</i> ).....	4
<b>Figura N°2.-</b> Mapa de sectorización de la Cuenca del Río Suches. Para el monitoreo de calidad de agua. ( <i>MMAyA, abril 2019</i> ).....	8

#### **F. ÍNDICE DE GRÁFICOS**

**Pág.**

<b>GráficoN°1.-</b> Comportamiento de la Temperatura en la Cuenca del Río Suches (abril 2019). ....	10
<b>GráficoN°2.-</b> Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en la Cuenca del Río Suches (abril 2019). ....	11
<b>GráficoN°3.-</b> Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en la Cuenca del Río Suches (abril 2019). ....	11
<b>GráficoN°4.-</b> Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en la Cuenca del Río Suches (Abril 2019). ....	12
<b>GráficoN°5.-</b> Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Río Suches (abril 2019). ...	13
<b>GráficoN°6.-</b> Comportamiento de la Turbidez en la Cuenca del Río Suches (abril 2019). ....	14