1. Antecedentes.

La Cuenca del rio 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 rio Suches, ya que de mantenerse está 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, Rio 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 “Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches” que se llevó a cabo del 06 al 10 de octubre de 2019, a través de la toma de muestras en 11 puntos a lo largo de la mencionada cuenca, 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.

2. Introducción.

La cuenca del Rio 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 el análisis de la calidad de agua en 11 puntos de monitoreo en la Cuenca del Rio Suches, para comprender el estado actual en que se encuentra el cuerpo de agua con respecto a la evolución de cada parámetro de monitoreo en estos últimos años.

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.

- Consolidar la participación de la UOB en la "Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches", mediante la presentación del Informe Preliminar de los datos e información que se recolecto en octubre del presente año.
- Analizar y evaluar los parámetros fisicoquímicos básicos (Potencial de Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD) y Temperatura (T)) recopilados en cada punto de muestreo, contrastando con las normas vigentes que regulan la calidad de los cuerpos de agua en nuestro país.

- Realizar el estudio de la evolución y el comportamiento de la calidad hídrica en la Cuenca del Rio Suches con respecto a los parámetros básicos de cada punto de muestreo a lo largo de la cuenca.

4. Marco Legal.

La (UOB-ALT), es una Entidad Desconcentrada dependiente administrativamente del actual Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), tal cual lo señala la Resolución Ministerial N.º 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 "Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches" mediante nota MMAyA/VRHR Nº1163/2019, se realizó en cumplimiento al siguiente marco normativo vigente:

- N.C.P.E., Capítulo V, Art. 373, Art. 374, Art. 375, Art. 376, Art. 377.
- LEY DEL MEDIO AMBIENTE Ley Nº1333, REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA, TÍTULO IV Monitoreo, evaluación, prevención, protección y conservación de la calidad hídrica.
- Decreto Supremo Nº 24176 - Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
- LEY DE MINERÍA Y METALURGIA, Ley Nº535 Art. 111, Art. 112.
- Ley N. º300 - LEY MARCO DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN Art. 19, Art. 27 (Agua).

5. Localización del Área 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)**.

Cuadro 1.

Red de Monitoreo Cuenca del Rio Suches jurisdicción boliviana establecido en Plan de Monitoreo.

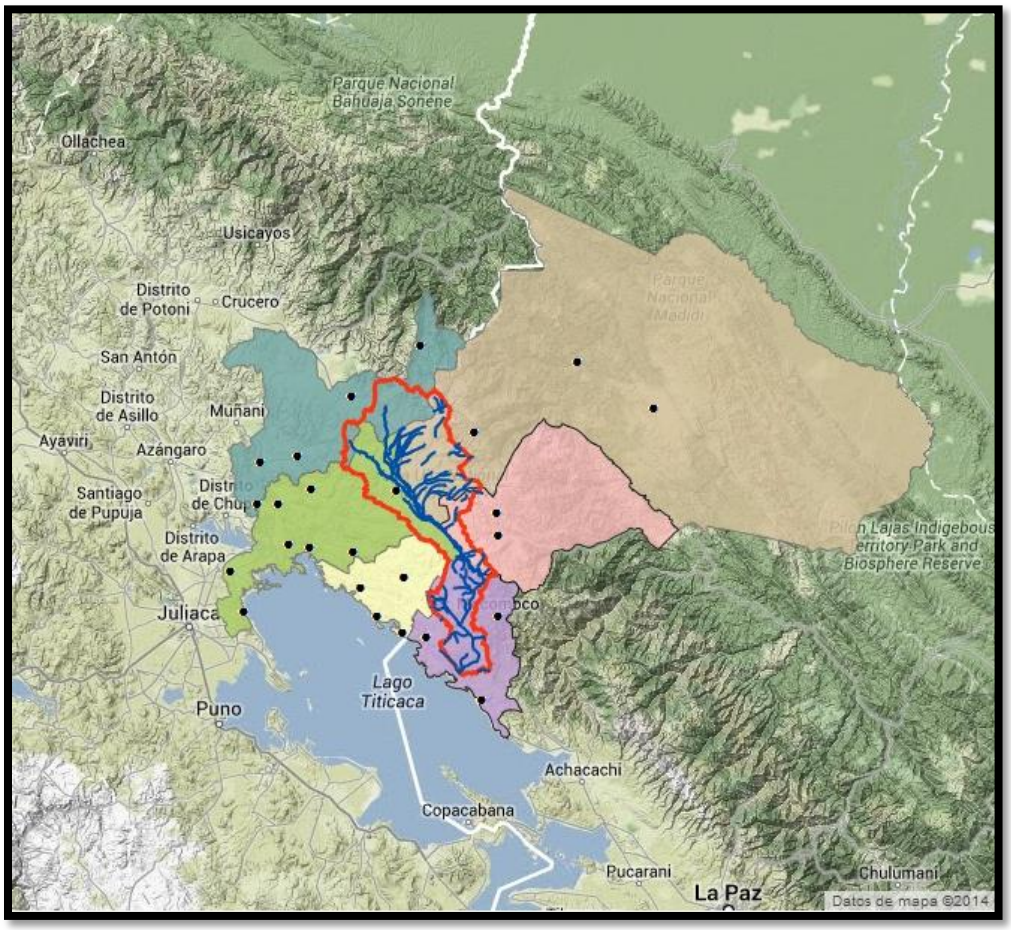
N	Código	Nombre	X	Y
1	SUCH 01	Cabecera Laguna Suchez	477341	8369657
2	SUCH 02	Hito 20 Salida Laguna Suches	463475	8364292
3	SUCH 03	Hito 9 Taypistancia-Puente Huancasaya	466365	8337085
4	SUCH 04	Puente Cantati Uruni	483552	8319507
5	SUCH 05	Hito 2 Chulumpini- Puente Huaracahi	487923	8312702
6	SUCH 06	Wilacota-Puente Ococoya	494261	8302900
7	SUCH 07	Pacobamba-Puente Cala Cala	490502	8298868
8	SUCH 08	Humanata-Puente vehicular	486578	8289203
9	SUCH 09	Taypi Chiñaya-Puente peatonal	488455	8283645
10	SUCH 10	Puente Escoma-Puente vehicular	485695	8268871
11	SUCH 11	Comunidad Ollaychape	484610	8265751

Fuente: Plan de Monitoreo Binacional de Calidad de Aguas y Sedimentos en la Cuenca del Rio Suches, Gestión 2019.

La superficie total es de 2930.73 Km2 (1160,75 Km2 corresponde al territorio peruano y 1769,98 Km2 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).**

Figura 1.

Mapa georeferencial de la cuenca del Suches y las provincias comprendidas entre Perú y Bolivia.



Fuente: PRASDES, 2014

6. Proceso Metodológico.

6.1. Secuencia metodológica. Mediante la planificación del monitoreo de la Cuenca del Rio Suches se realizó la coordinación técnica-operativa para la toma de muestras, para ello se preparó los materiales y equipos de medición acorde al tipo, y la cantidad de muestras a tomar en campo. El trabajo técnico se realizó de manera coordinada entre instituciones, con el MMAyA VRHR como entidad ejecutora y la participación de la UOB, SENAMHI, SERNAP en las tareas técnico operativas conjuntas y especificas en algunos casos.

Las tareas se efectuaron de acuerdo a protocolos de muestreo que estableció el MMAyA-VRHR, en 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 fisicoquímicos las realizo de manera conjunta el personal del VRHR y de la UOB, los cuales son detallados en los siguientes puntos:

- Se ubicó el acceso a la estación de muestreo a través del mapa.
- En el sitio se midió y registro las coordenadas y altitud con GPS y se realizó la toma fotográfica de la estación de monitoreo.
- Se tomaron datos in-situ de los parámetros de Temperatura, Potencial Hidrogeno, Presión, Conductividad Eléctrica, Solidos Disueltos Totales y Salinidad, estos parámetros fueron registrados por el equipo MULTIPARAMÉTRICO (MMAyA-VRHR).
- La Turbidez, fue medida con un Turbidímetro Thermo Scientific (MMAyA-VRHR).
- Así también se tomaron muestras de agua del rio en todos los puntos de monitoreo, a lo largo del ancho de corriente, para sus respectivos análisis en laboratorio. Para lo cual 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 pueda estar presente en el frasco antes de recolectar la muestra real.
- Por último, se tomó muestras de sedimentos en las orillas del ancho de corriente, en los puntos establecidos según el Plan de Monitoreo.

6.2. Especificaciones técnicas de los equipos e instrumentos empleados.

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

Cuadro 2.

Equipos de medición utilizados en la "Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches" (octubre, 2019).

EQUIPO	DESCRIPCIÓN		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.
GPS	Este equipo navegador de posicionamiento satelital, permite determinar los siguientes aspectos:		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	Este instrumento permite medir parámetros como Potencial de Hidrogeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Temperatura (T). Oxígeno Disuelto (OD)		Marca: WTW Modelo: Multi 3320 Medición de: Potencial de Hidrogeno (pH). Conductividad Eléctrica (CE). Temperatura (T) Oxígeno Disuelto (OD) Exactitud (pH): ±0.005 Exactitud relativa (CE): 0.5 % lectura Rango: 0.001 µS/cm a 1000 mS/cm Exactitud (OD): 0 a 20 mg/L ±0.5 %
Medidor de Oxígeno Disuelto	Medidor de alta precisión de OD / pH óptico de doble canal para el análisis simultáneo de dos parámetros electromecánicos. Fácil manejo guiado por textos.		Marca: METTLER TOLEDO Modelo: SevenGo Duo pH/Ion/DO meter SG98 Medición de: Potencial de Hidrogeno (pH). Oxígeno Disuelto (OD) Exactitud (pH): ±0.002 Rango: 0-2 a -19.99 Exactitud (OD): ± 0,1 mg/l de 0 – 8; ± 0,2 mg/l de 8 – 20; ± 10 % de 20 – 50 Rango: 0,000 – 50 mg/l (ppm)

Medidor de pH	Este instrumento permite medir parámetros con alta precisión de pH, EC/TDS y temperatura en un solo probador!		Marca: HANNA INSTRUMENTS Modelo: HI 98130 Medición de: Potencial de Hidrogeno (pH). Conductividad Eléctrica (CE). Temperatura (T) Exactitud (pH): ±0.05 pH. Rango: 0.00 A 14.00 pH. Exactitud relativa (CE): ±2 %. Rango: 0.001 µS/cm a 20.00 mS/cm
Equipo Turbidímetro	El turbidímetro está diseñado para permitir pruebas rápidas y precisas en el sitio la turbidez de las muestras tomadas.		Marca: Thermo Scientific Modelo: Turbidímetro Orion™ AQ4500 Rango de medición: 0.01 a 1000 NTU (rango automático) Resolución: 0.01, 0.1 y 1.0 NTU Precisión: ± 2 % de lectura ± 1 LSD para de 0 a 500 NTU, ± 3 % de lectura ± 1 LSD para de 501 a 1000 NTU

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Periodo y alcance. El Monitoreo Binacional (Perú – Bolivia) de la calidad del agua en la Cuenca del Rio Suches, se realizó desde el 06 al 10 de octubre de 2019, de los cuales se tuvo participación conjunta del ANA (Peru), MMAyA-VRHR (Bolivia), UOB (Bolivia), SENAMHI (Bolivia) y SERNAP (Bolivia) en los puntos RSuch01; RSuch 02; RSuch 03; RSuch 04 y los restantes puntos de muestreo fueron ejecutados por la comisión técnica boliviana.

6.4. Responsables, Personal técnico y administrativo. El personal técnico-operativo que participo del Monitoreo Binacional de la Cuenca del Rio Suches se detalla a continuación:

Cuadro 3.

Responsables y ejecutores de la "Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches" (octubre, 2019).

INSTITUCIÓN	PARTICIPANTE
Perú: **-Autoridad Nacional del Agua (ANA).** **-Autoridad Local del Agua de Huancané (ALA-Huancané/ANA).** **-Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca (AAA-Titicaca/ANA).**	**-Autoridad Nacional del Agua (ANA)** Gliceth Murillo Condori **-Autoridad Local del Agua de Huancané (ALA-Huancané/ANA).** Fany Cayo Mamani **-Autoridad Administrativa del Agua XIV Titicaca (AAA-Titicaca/ANA).** Richard Apaza Arpasi
Bolivia: **-Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR/MMAyA)** **-Unidad Operativa Boliviana (UOB/MMAyA).** **-Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)** **-Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)**	**-Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR/MMAyA)** Grover Apaza Monasterios **-Unidad Operativa Boliviana (UOB/MMAyA)** Yerko Beymar Franco. **-Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)** Franklin Mujica Quispe Wilder Ramires Huanca **-Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)** Gabriela Rios Chamcos Júlio Callancho Canasa Jhonny Quisbert Cáceres

Fuente: Elaboración propia.

6.5. Red de puntos de Monitoreo de calidad del agua Cuenca del Rio Suches.

Cuadro 4.

Puntos de muestreo, fechas, ubicación y coordenadas de la Red de Monitoreo Cuenca del Rio Suches jurisdicción boliviana, (octubre-2019).

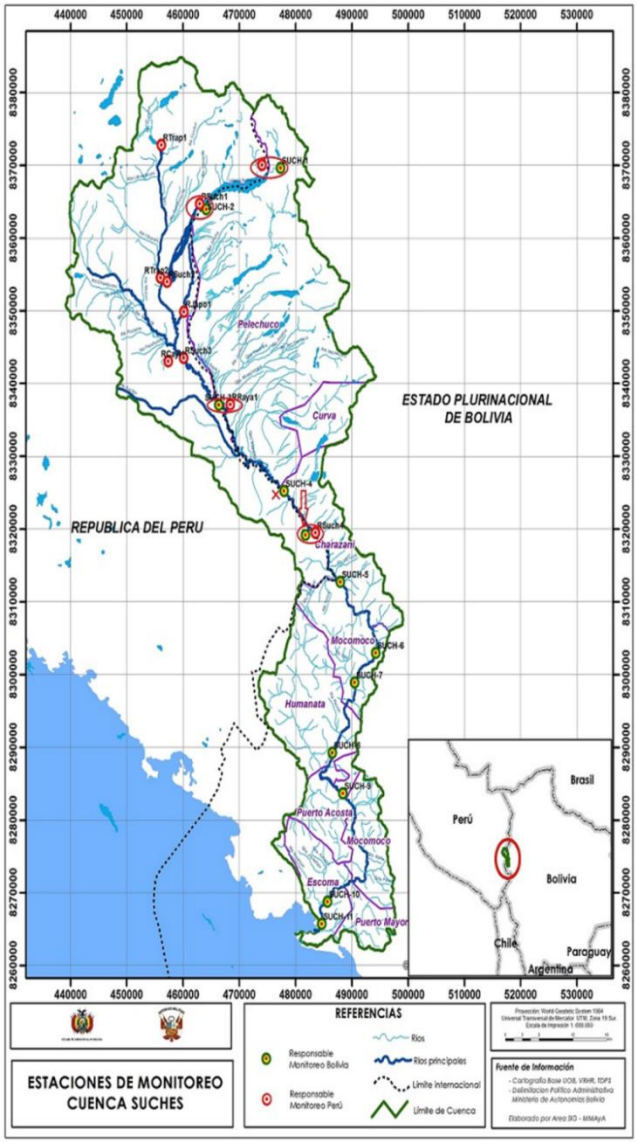
DATOS DE PUNTO DE MUESTREO					COORDENADAS		
N°	**Fecha**	**Hora**	**Punto**	**Lugar**	**E**	**S**	**Altitud**
1	07/10/2019	9:50	RSuch02	Hito 20 Salida Lag. Suches	463436	8364251	4585
2	07/10/2019	14:30	RSuch01	Hito 21 Cabecera Lag. Suches	477335	8369655	4709
3	08/10/2019	9:50	RSuch03	Puente Huancasaya	476984	8325829	4322
4	08/10/2019	11:00	RSuch04	Puente Patamanta	483558	8319457	4296

5	08/10/2019	14:00	RSuch05	Hito2 Chullumpini	487891	8312673	4237
6	09/10/2019	10:10	RSuch06	Puente Ockocoyo	494275	8302925	4075
7	09/10/2019	12:20	RSuch07	Puente Pacobamba	490424	8298799	4009
8	09/10/2019	13:55	RSuch08	Puente Humanata	486577	8289191	3910
9	09/10/2019	15:32	RSuch09	Puente Taypi Chiñaya	488467	8283634	3864
10	09/10/2019	17:35	RSuch10	Puente Escoma	485696	8268688	3670
11	10/10/2019	9:00	RSuch11	Ollaychape	484627	8265732	3824

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Mapa de sectorización de la Cuenca del Rio Suches. Para el monitoreo de calidad de agua.



Fuente: MMAyA, abril 2019.

7. Resultados.

7.1. Resultados de registros de parámetros de campo. Durante el monitoreo se realizó la toma de los parámetros in situ, los cuales son: Conductividad eléctrica (C.E.), Oxígeno Disuelto (O.D.), Potencial Hidrógeno (pH), Turbidez (Turb.) y temperatura (T). Estos datos de campo son importantes al momento de tener un diagnóstico de la calidad hídrica de los distintos puntos monitoreados, los cuales fueron tabulados y sistematizados en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.

Parámetros fisicoquímicos obtenidos en campo en los puntos de muestreo.

DATOS DE PUNTO DE MUESTREO			COORDENADAS		PARÁMETROS					
N.º	Fecha	Punto	E	S	T (°C)	pH	CE (µS/cm)	OD (%)	OD (mg/l)	Turb (NTU)
1	07/10/2019	RSuch01	477335	8369655	9.2	8.67	38.7	104.1	6.77	210
2	07/10/2019	RSuch02	463436	8364251	10.2	8.89	37.4	101.5	6.58	5.04
3	08/10/2019	RSuch03	476984	8325829	10.2	8.63	88.5	100.6	7.01	17.5
4	08/10/2019	RSuch04	483558	8319457	11.2	8.77	114.4	105.2	7.1	11.7
5	08/10/2019	RSuch05	487891	8312673	14.9	9.02	128.2	101.1	6.56	11.4
6	09/10/2019	RSuch06	494275	8302925	11.7	8.86	135.8	106.7	7.06	10.8
7	09/10/2019	RSuch07	490424	8298799	13.1	8.9	153.3	102.6	7.07	11.4
8	09/10/2019	RSuch08	486577	8289191	16.2	9.27	174	110.4	6.74	17.5
9	09/10/2019	RSuch09	488467	8283634	15.4	9.58	189.4	120.9	7.54	9.14
10	09/10/2019	RSuch10	485696	8268688	13.9	9.52	231	106.6	6.87	12.3
11	10/10/2019	RSuch11	484627	8265732	13.1	9.31	255	105.9	7.35	10.5

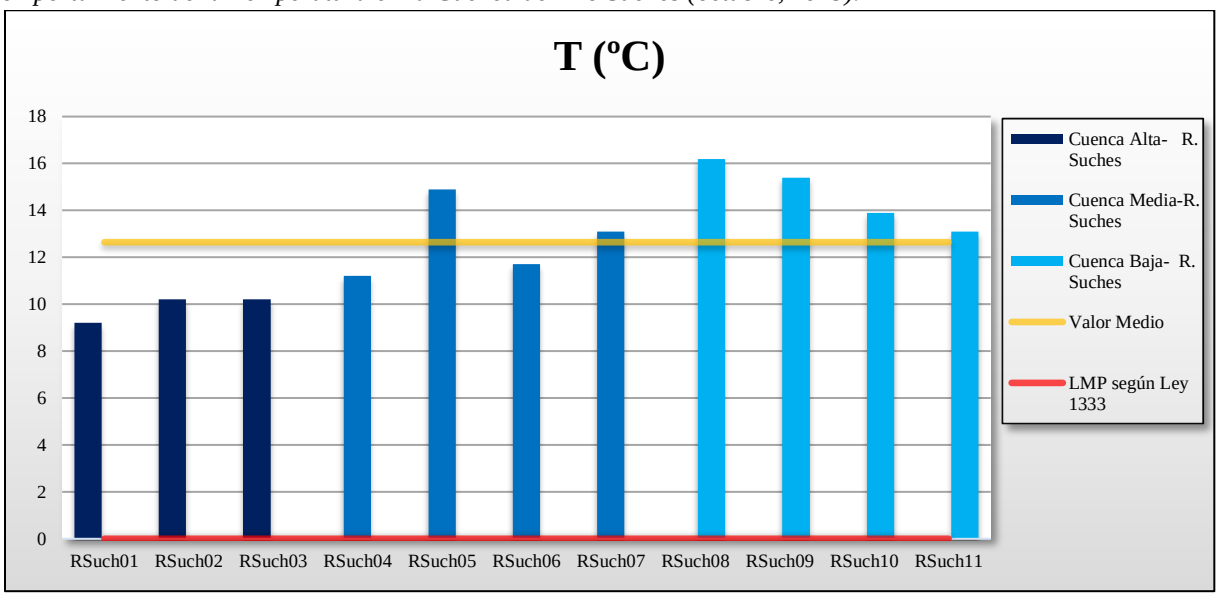
Fuente: Elaboración propia.

7.2. Evaluación e interpretación de resultados obtenidos. Los resultados obtenidos en campo fueron 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.

- **Temperatura**

Gráfico 1.

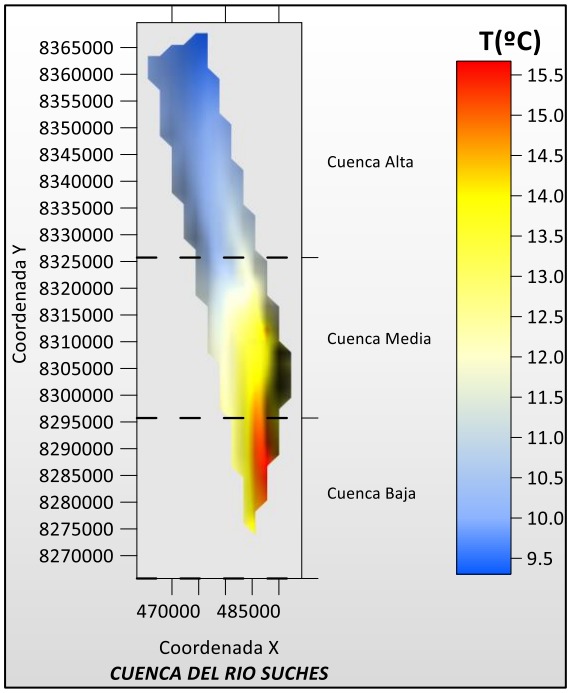
Comportamiento de la Temperatura en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 1.

Comportamiento de la Temperatura en la Cuenca del Río Suches (octubre, 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:

CUERPO DE AGUA	T (°C)			
	MIN.	MAX.	VALOR MEDIO	LMP según Ley1333
Cuenca Alta-R. Suches	9.2	10.2	9.9	NE
Cuenca Media-R. Suches	11.2	14.9	12.7	NE
Cuenca Baja-R. Suches	13.1	16.2	14.7	NE
Cuenca Río Suches	9.2	16.2	12.6	NE

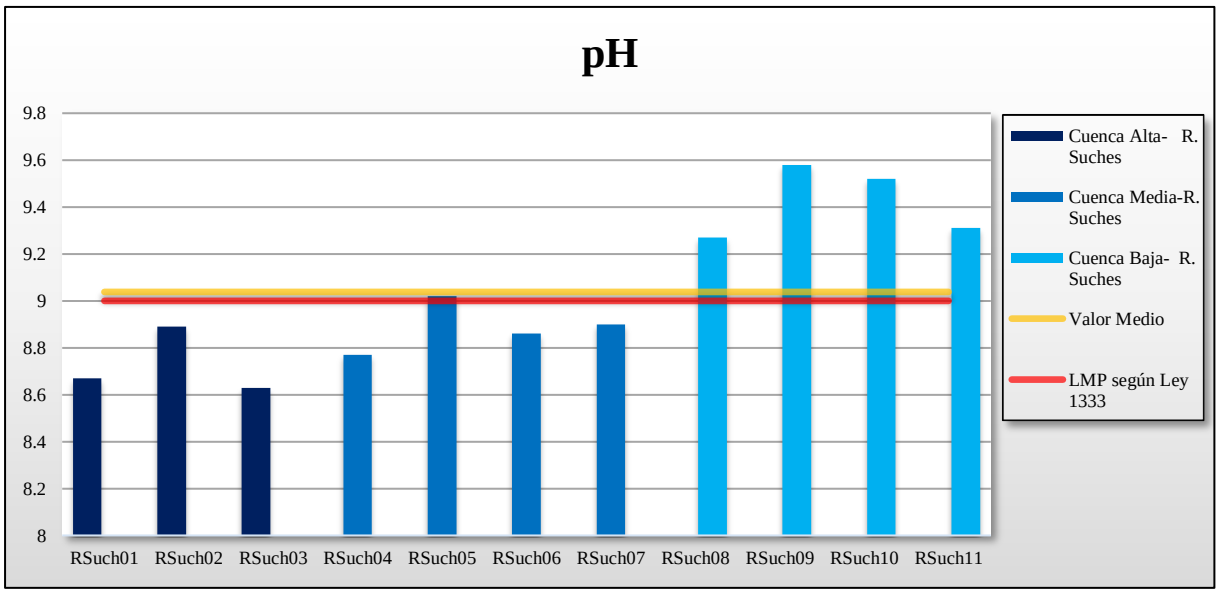
Nota: Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Ley 1333 de Medio Ambiente, donde NE = parámetro no expresado en la legislación.

En este análisis se logra apreciar que los rangos de temperaturas están comprendidos entre Tmin(ºC)=9.2 a Tmax(ºC)=16.2, en los cuales se tiene un valor medio de Tm=12.6 ºC comprendidos en 11 puntos muestrales del sector boliviano.

- **pH**

Gráfico 2.

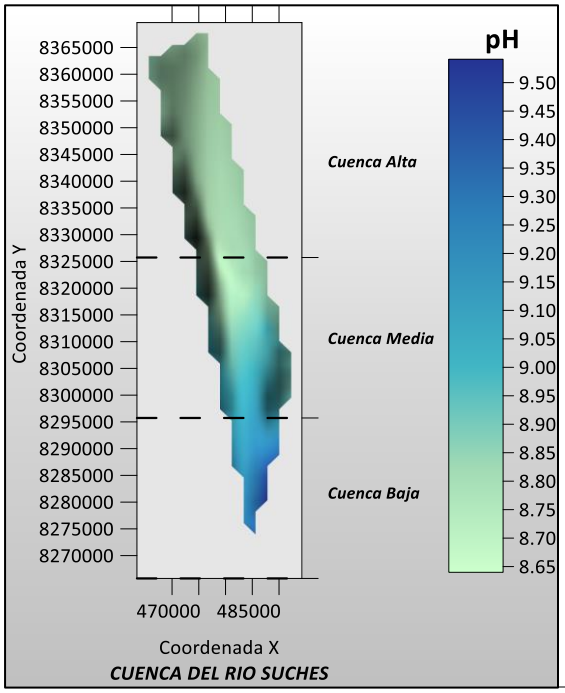
Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 2.

Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



El pH de una muestra de agua, es una medida de la concentración de iones de hidrógeno. El pH del agua determina la solubilidad (cantidad que se puede disolver en agua) y la disponibilidad biológica (cantidad que puede ser utilizada por la biota acuática) de componentes químicos como nutrientes (P, N y C) y metales pesados (Pb , Cu, Cd y otros).

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

CUERPO DE AGUA	pH			
	MIN.	MAX.	VALOR MEDIO	LMP según Ley1333
Cuenca Alta-R. Suches	8.63	8.89	8.73	9.00
Cuenca Media-R. Suches	8.77	9.02	8.89	9.00
Cuenca Baja-R. Suches	9.27	9.58	9.42	9.00
Cuenca Río Suches	8.63	9.58	9.04	9.00

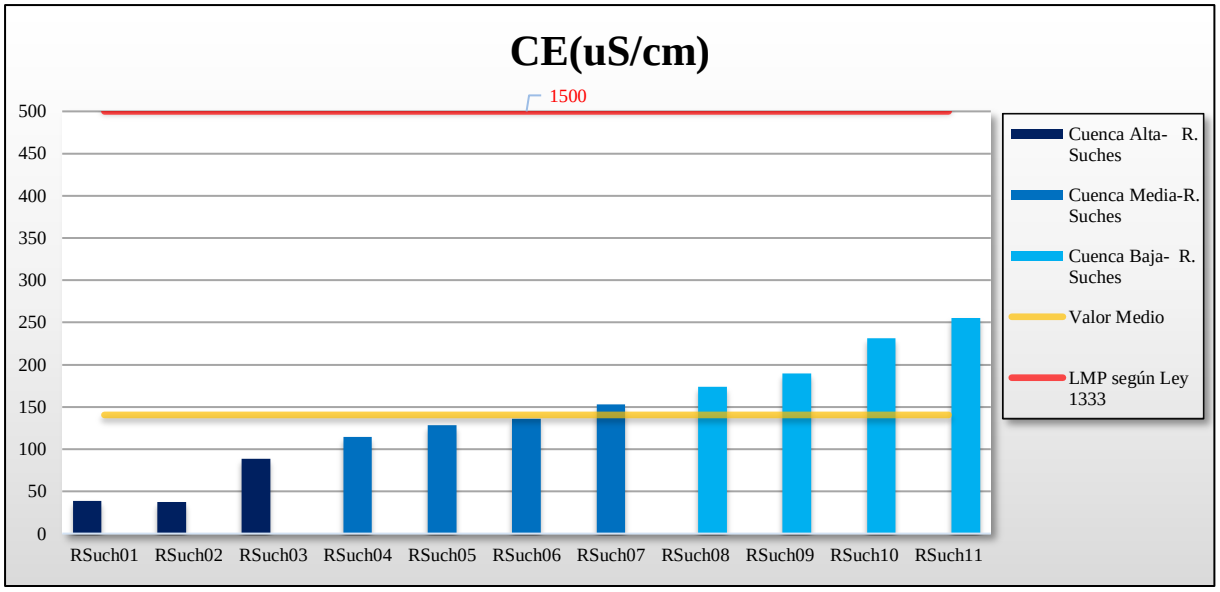
Nota: Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Ley 1333 de Medio Ambiente, donde NE = parámetro no expresado en la legislación.

Entre los cuales los valores mínimos y máximos de pH fueron de pHmin=8.63 y pHmax=9.58 a lo largo de los puntos muestreados, con un promedio de pHm=9.04 en la jurisdicción boliviana, el cual está ligeramente por encima de los límites máximos permisibles según la Ley 1333, esto se debe a que posiblemente el equipo de medición de pH estaba descalibrado o no se encontraba en condiciones óptimas para realizar las lecturas en campo.

- **Conductividad Eléctrica (µS/cm)**

Gráfico 3.

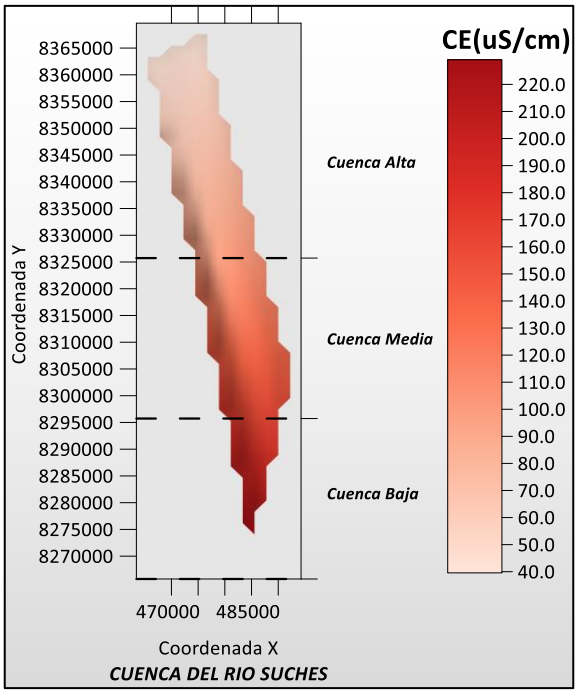
Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 3.

Comportamiento del Conductividad Eléctrica en la Cuenca del Río Suches (octubre, 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:

CUERPO DE AGUA	CE (µS/cm)			
	MIN.	MAX.	VALOR MEDIO	LMP según Ley1333
Cuenca Alta-R. Suches	37.4	88.5	54.9	1500.0
Cuenca Media-R. Suches	114.4	153.3	132.9	1500.0
Cuenca Baja-R. Suches	174.0	255.0	212.4	1500.0
Cuenca Río Suches	37.4	255.0	140.5	1500.0

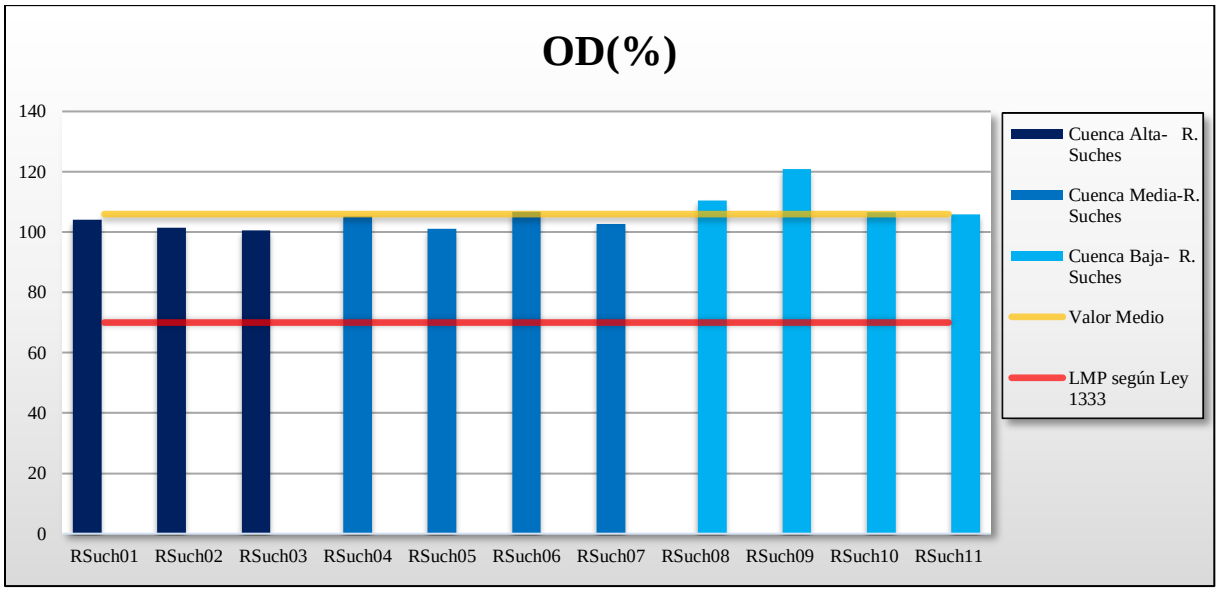
Nota: Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Ley 1333 de Medio Ambiente, donde NE = parámetro no expresado en la legislación.

En los cuales los valores de conductividad oscilan entre CE (uS/cm) min=37.4 y CE (uS/cm) max=255.0 con una media de CE (uS/cm) m =140.5 del conjunto de datos tomados en la Cuenca.

- **OD (%) y OD (mg/l)**

Gráfico 4.

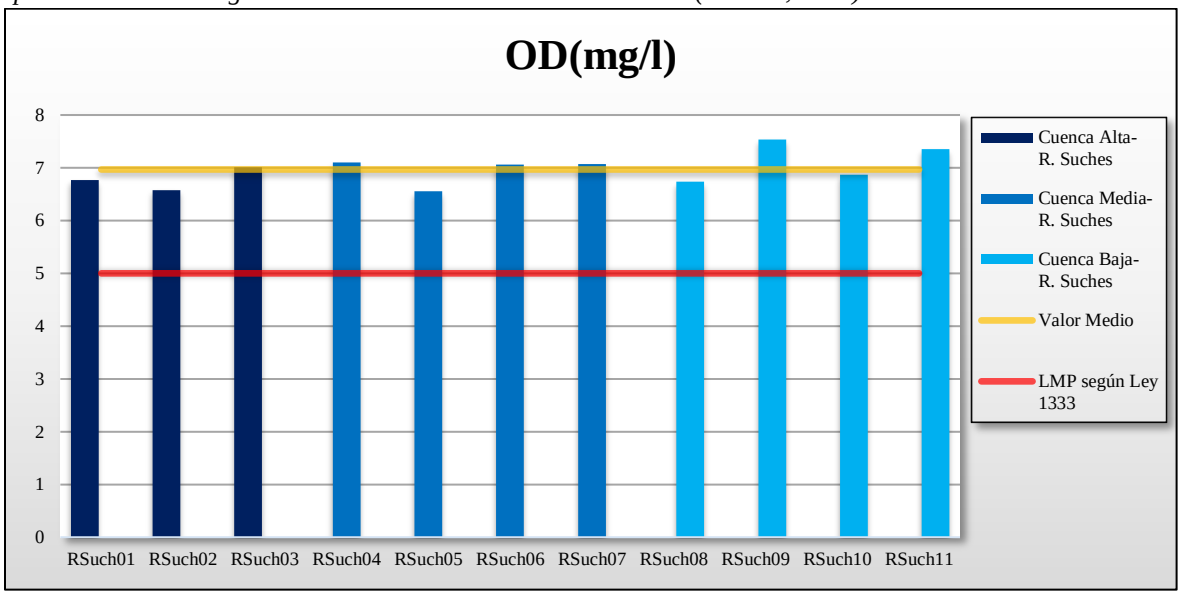
Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5.

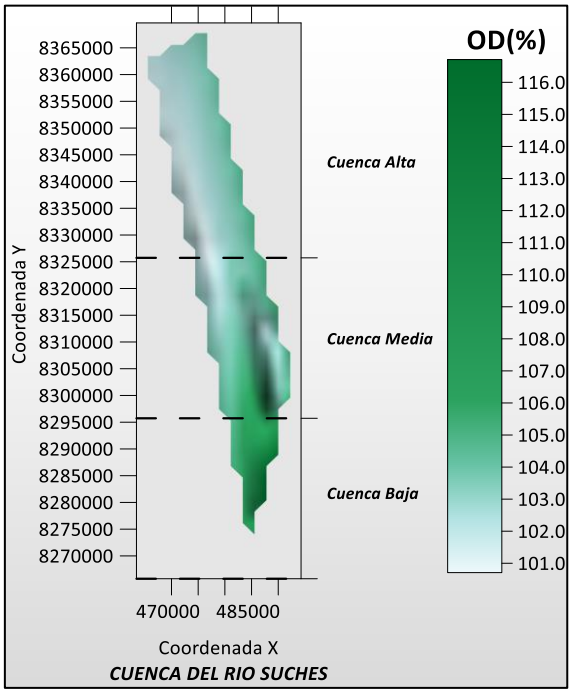
Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Fuente: Elaboración propia.

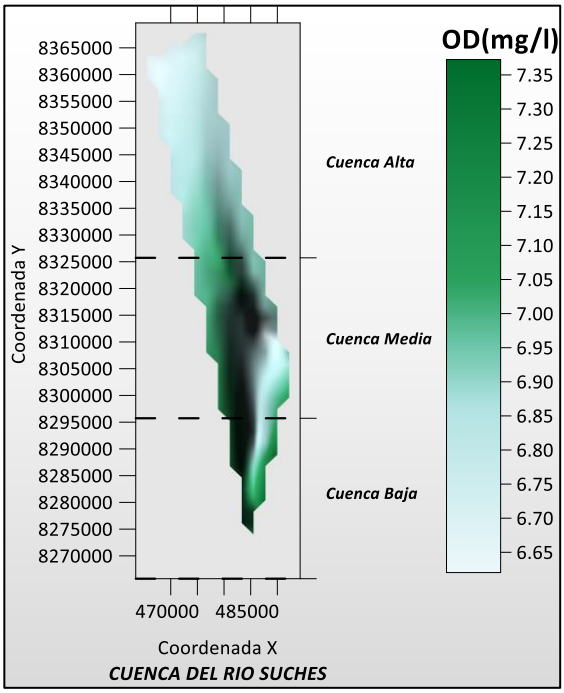
Mapa 4.

Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Mapa 5.

Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



El Oxígeno disuelto, tiene diferentes mecanismos de transporte en los cuerpos 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:

CUERPO DE AGUA	OD (%)				OD (mg/l)			
	MIN.	MAX.	VALOR MEDIO	LMP según Ley1333	MIN.	MAX.	VALOR MEDIO	LMP según Ley1333
Cuenca Alta-R. Suches	100.6	104.1	102.1	70.0	6.58	7.01	6.79	5.00
Cuenca Media-R. Suches	101.1	106.7	103.9	70.0	6.56	7.10	6.95	5.00
Cuenca Baja-R. Suches	105.9	120.9	111.0	70.0	6.74	7.54	7.13	5.00
Cuenca Río Suches	100.6	120.9	106.0	70.0	6.56	7.54	6.97	5.00

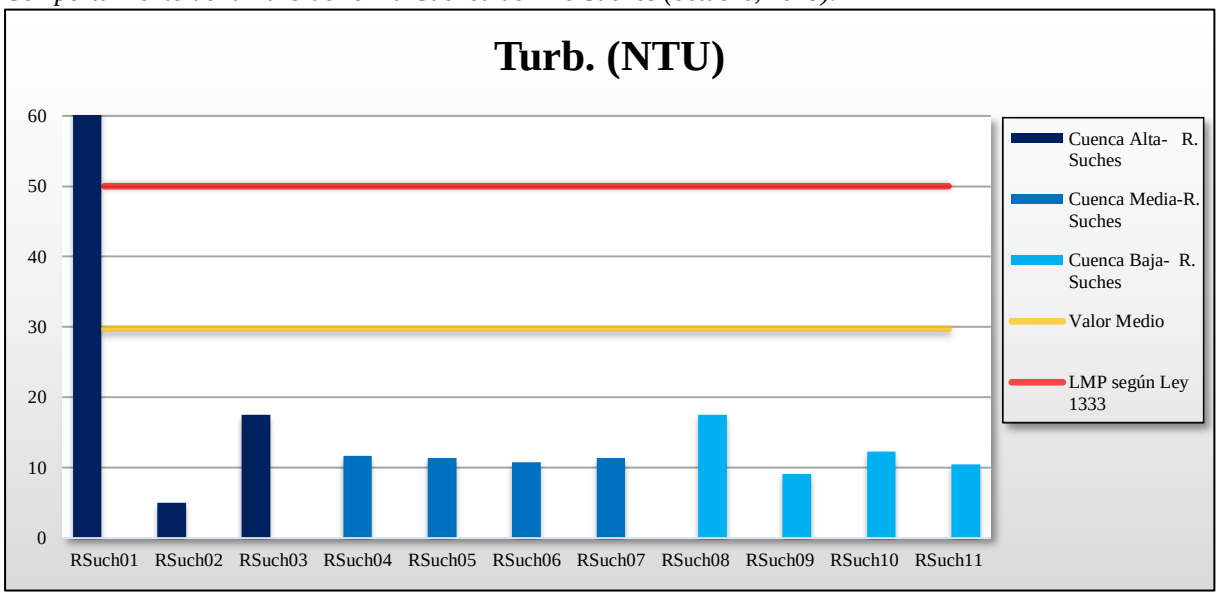
Nota: Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Ley 1333 de Medio Ambiente, donde NE = parámetro no expresado en la legislación.

Por medio de este análisis se observa que los valores mínimos y máximos de oxígeno disuelto son ODmin (mg/l) = 6.56 registrado en RSuch05 y ODmax (mg/l) = 7.54 registrado en RSuch09, en el cual la media del total de datos analizados en el sector boliviano tiene un valor de ODm (mg/l) = 6.97 y una saturación de ODm (%) = 106.0

- **Turbidez (NTU)**

Gráfico 6.

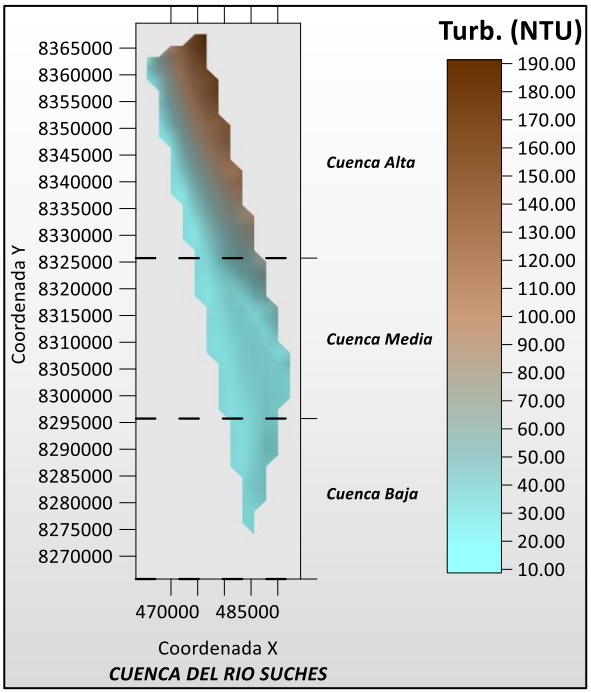
Comportamiento de la Turbidez en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 6.

Comportamiento de la Turbidez en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).



Se debe tomar en cuenta que a valores altos de Turbidez el calor se retiene mucho más, incrementando la temperatura, por los 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:

CUERPO DE AGUA	Turb (NTU)			
	MIN.	MAX.	VALOR MEDIO	LMP según Ley1333
Cuenca Alta-R. Suches	5.04	210.00	77.51	50.00
Cuenca Media-R. Suches	10.80	11.70	11.33	50.00
Cuenca Baja-R. Suches	9.14	17.50	12.36	50.00
Cuenca Río Suches	5.04	210.00	29.75	50.00

Nota: Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Ley 1333 de Medio Ambiente, donde NE = parámetro no expresado en la legislación.

En los cuales se logra apreciar una variación sectorizada definida, entre los rangos de Turb. (NTU)=5.04 como valor mínimo y Turb. (NTU)=210.00 como máximo, con un valor medio de Turb. (NTU)= 29.75 en el análisis de los datos 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, habitad y otros factores socioeconómicos que involucren o influyan en el comportamiento en la Cuenca del Rio Suches en su integridad.

8. Conclusiones.

8.1. 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 establecido por el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) dependiente del MMAyA, en coordinación con instituciones nacionales (UOB, SERNAP, SENAMHI) e instituciones del Perú (ANA).
- Se realizó la toma de muestras en 11 puntos del Rio Suches desde la cabecera del lago de Suches hasta la desembocadura del rio al lago Titicaca de acuerdo a lo planificado, en los cuales se recolectaron datos de campo y parámetros fisicoquímicos básicos (Conductividad eléctrica (C.E.), Oxígeno Disuelto (O.D.), Potencial Hidrógeno (pH), Turbidez (Turb.) y temperatura (T)).
- La participación de la UOB "Unidad Operativa Boliviana", tuvo un papel importante a lo largo del monitoreo, debido a la disponibilidad de equipos de protección personal para el muestreo adecuado del cuerpo de agua a lo largo del ancho de corriente, logrando un trabajo coordinado con la institución ejecutora MMAyA/VRHR en el muestreo y la medición Multiparamétrica.

8.2. Conclusiones técnicas.

- En los resultados obtenidos en el muestreo del parámetro de Temperatura a lo largo de la cuenca del Rio Suches, se identificó un incremento de los valores medios de esta variable a medida

que avanza hacia la Cuenca Baja del Rio Suches, en el cual los valores analizados están entre 9.2ºC (RSuch01) y 16.2ºC (RSuch01). Los datos analizados llegan alcanzar una media de 12.6 ºC, ligeramente superior a los 11.32ºC registrados en la primera campaña del Monitoreo binacional de la Cuenca del Rio Suches, realizado en abril del presente año.

- Con referencia al Potencial de Hidrogeno en el comportamiento de la cuenca, puede contrastarse que los datos tomados en la sección de la Cuenca Baja del Rio Suches son mayores en magnitud que las registradas en las cuencas Alta y Media del Rio Suches, en el cual los valores de pH oscilan entre 8.63 (RSuch03) y 9.58 (RSuch09). El estudio de esta variable establece una media de pH 9.0 superior al pH 8.14 registrado en abril durante la primera campaña en sector boliviano de la Cuenca, categorizándola entre rangos mayores o iguales a la "Clase B" de acuerdo al RMCH, teniendo en cuenta que el 45% de las muestras tomadas se encuentran por encima del valor máximo permisible de pH 9.0, dentro de la clasificación de cuerpos de agua según el RMCH de la Ley 1333.
- En relación a Conductividad Eléctrica se logra apreciar un incremento a medida que se avanza en los puntos muestrales hasta llegar a la Cuenca Baja del Rio Suches, entre los cuales el valor mínimo es de 37.4 µS/cm (RSuch02) y el máximo de 255.00 µS/cm (RSuch11), con un valor medio de 140.5 µS/cm , superior en un 20% al registrado en abril de 2019 que fue de 114.77 µS/cm, clasificándola 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 nos muestra valores elevados en cuanto a presencia de oxígeno disuelto con un promedio de 7.0 mg/l y una saturación de 106.0%, con su valor máximo en RSuch09 de 7.54mg/l con una saturación de 120.90% y valores mínimos de 6.56mg/l al 101.1% en RSuch05. Valores que permiten

categorizar a la cuenca con las condiciones aptas para el desarrollo de la biodiversidad acuática, como Clase A según el RMCH de la Ley 1333, con un ligero decremento en comparación con los valores obtenidos en abril de 2019 cuya media fue de 7.11 mg/l y 106.78 %.

- En el tema de turbiedad se obtuvo una media de 29.8 NTU un 23 % menor a los 36.7 NTU registrados en la primera campaña de Monitoreo de la Cuenca del Rio Suches realizado en abril del 2019. En el total de los puntos muestreados a lo largo de la Cuenca, se logra apreciar una variación entre el rango de los 5.04 NTU(RSuch02) y 210.00 NTU(RSuch01), teniendo el valor medio más elevado en la Cuenca Alta de 77.51 NTU, contrastando con este análisis se puede apreciar que el 90.9 % de los datos recolectados se encuentran por debajo de los 50 NTU categorizándola como Clase B según el RMCH de la Ley 1333.
- En relación a los impactos de la actividad minera observados en la región, es importante contrastar los estudios de laboratorio de las muestras de agua y sedimentos gestionados por el VRHR-MMAyA relacionando estos valores con la situación regional actual, que es en gran medida alarmante por el incremento de la explotación minera y los pasivos sin control, cuyo avance es cada vez más próximo a la cabecera de la Cuenca del Rio Suches, lo cual podría generar problemas ambientales de carácter binacional.

9. Sugerencias.

- Continuar con las actividades de monitoreo de la Cuenca del Rio Suches 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, además de los tiempos de medición del parámetro, que prolongarían las actividades dentro del plan de trabajo del Monitoreo.

- Se debe hacer un control del pH en el rio ya que se observa el aumento de la alcalinidad en cada punto, además del incremento sustancial de los valores con relación a datos anteriores.
- Se recomienda realizar estudios multidisciplinarios en la extracción de sedimentos en determinados puntos estratégicos, para evaluar la contaminación hídrica por actividades y pasivos mineros circundantes a la Cuenca del Rio Suches.

10. Referencias Bibliográficas.

- RMCH. (1995). *Reglamento en materia de contaminación hídrica de la Ley del Medio Ambiente No. 1333*. La Paz, Bolivia.
- UOB. (2017). *Plan de Trabajo N.º 10/2017 Campaña de Monitoreo Binacional Bolivia – Perú de la calidad hídrica en la Cuenca Del Río Suches*. La Paz, Bolivia.
- UOB. (2018). *Plan de Trabajo N.º 10/18 Monitoreo Binacional de Calidad de Aguas y Sedimentos en la Cuenca Del Rio Suches*. La Paz, Bolivia.
- MMAyA. (2019). Plan de Monitoreo Binacional de Calidad de Aguas y Sedimentos en la Cuenca Del Rio Suches. La Paz, Bolivia.

11. Anexo.

- Memoria fotográfica del Monitoreo de Calidad de Agua de la Cuenca del Rio Suches.
- Fichas de descripción de puntos de muestreo (Formato del VRHR-MMAyA adecuado por la UOB)

Memoria fotográfica del Monitoreo de Calidad de Agua de la Cuenca del Rio Suches.

Reunion Binacional con la participacion de Instituciones del Perú y Bolivia (07/10/2019)

RSuch01-Muestro Binacional Perú-Bolivia (07/10/2019).

RSuch03-Muestreo Binacional coordinado SERNAP-SENAMHI-MMAyA-UOB,personal técnico boliviano (08/10/2019).

RSuch04-Cierre de muestreo Binacional conjunto Perú-Bolivia (08/10/2019).

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 (09/10/2019).

RSuch11- Último punto de muestreo sector Bolivia (10/10/2019).

RESULTADOS PRELIMINARES DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA "SEXTA CAMPAÑA BINACIONAL (BOLIVIA-PERÚ) DE MONITOREO DE CALIDAD HÍDRICA, SEDIMENTOS, Y AFORO DE CAUDALES EN LA CUENCA DEL RIO SUCHES" OCTUBRE, 2019.

A. Contenido.

Pág.

1. Antecedentes. *1*
2. Introducción *2*
3. Objetivos. *2*
3.1. Objetivo General. *2*
3.2. Objetivo Específico. *2*
4. Marco Legal. *3*
5. Localización del Área de Estudio. *3*
5.1. Red de monitoreo. *3*
6. Proceso Metodológico. *5*
6.1. Secuencia metodológica. *5*
6.2. Especificaciones técnicas de los equipos e instrumentos empleados. *6*
6.3. Periodo y alcance. *8*
6.4. Responsables, Personal técnico y administrativo. *8*
6.5. Red de puntos de Monitoreo de calidad del agua Cuenca del Rio Suches *9*
7. Resultados *11*
7.1. Resultados de registros de parámetros de campo. *11*
7.2. Evaluación e interpretación de resultados obtenidos. *11*
8. Conclusiones *20*
8.1. Conclusiones generales. *20*
8.2. Conclusiones técnicas *20*
9. Sugerencias *22*
10.Referencias Bibliográficas. *23*
11. Anexo. *23*

B. Siglas y Acrónimos.

AAA: Autoridad Administrativa del Agua

ALA: Administración Local del Agua.

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

ANA: Autoridad Nacional del Agua.

EPP: Equipo de Protección Personal

MMAyA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez.

RMCH: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

SERNAP: Servicio Nacional de Áreas Protegidas.

UOB: Unidad Operativa Boliviana.

VRHR: Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego.

C. Abreviaturas.

Art.: Articulo

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

CE.m.: Conductividad Eléctrica media.

CE.min.: Conductividad Eléctrica mínima.

CE.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.

Cuadro 1..... *4*

Red de Monitoreo Cuenca del Rio Suches jurisdicción boliviana establecido en Plan de Monitoreo. *4*

Cuadro 2..... *7*

Equipos de medición utilizados en la "Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches" (octubre, 2019). *7*

Cuadro 3..... *8*

Responsables y ejecutores de la "Sexta Campaña Binacional (Bolivia-Perú) de Monitoreo de Calidad Hídrica, Sedimentos, y Aforo de caudales en la Cuenca del Rio Suches" (octubre, 2019). *8*

Cuadro 4..... *9*

Puntos de muestreo, fechas, ubicación y coordenadas de la Red de Monitoreo Cuenca del Rio Suches jurisdicción boliviana, (octubre-2019). *9*

Cuadro 5..... *11*

Parámetros fisicoquímicos obtenidos en campo en los puntos de muestreo. *11*

E. Índice de Figuras.

Pág.

Figura 1..... *5*

Mapa georeferencial de la cuenca del Suches y las provincias comprendidas entre Perú y Bolivia. *5*

Figura 2..... *10*

Mapa de sectorización de la Cuenca del Rio Suches. Para el monitoreo de calidad de agua.10

F. Índice de Gráficos.

Pág.

Gráfico 1. ..... *12*

Comportamiento de la Temperatura en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). *12*

Gráfico 2. ..... *13*

Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 13

Gráfico 3. 15

Comportamiento de la Conductividad Eléctrica en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 15

Gráfico 4. 16

Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 16

Gráfico 5. 17

Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 17

Gráfico 6. 18

Comportamiento de la Turbidez en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 18

G. Índice de Mapas.

Mapa 1..... 12

Comportamiento de la Temperatura en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 12

Mapa 2..... 14

Comportamiento del Potencial Hidrogeno (pH) en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 14

Mapa 3..... 15

Comportamiento del Conductividad Eléctrica en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019).15

Mapa 4..... 17

Comportamiento del Oxígeno Disuelto en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 17

Mapa 5..... 17

Comportamiento del Oxígeno Disuelto porcentual en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 17

Mapa 6..... 19

Comportamiento de la Turbidez en la Cuenca del Río Suches (octubre, 2019). 19