

METODOLOGIA

ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES INDICADORAS: *Rollandia microptera* “EL ZAMBULLIDOR DEL TITICACA”, EN EL SISTEMA TDPS QUE ABARCA LOS LAGOS TITICACA, POOPÓ Y URU URU

Elaborado por:



Calle Winnipeg 139.
Rinconada del Lago, La Molina
Lima – Perú

Emilio Medrano Sánchez
emilio@medrano.pe

Diciembre – 2019

INDICE

1. Presentación	3
2. Introducción	4
3. Descripción general de la especie	4
4. Área de Estudio.	6
5. Identificación y selección de zonas de muestreo:	7
6. Metodología de Recolección de Datos:.....	14
a. Puntos de Conteo Acuáticos	14
b. Transectos acuáticos:.....	17
c. Puntos de Conteos desde la Orilla	19
d. Transectos de Orilla	21
7. Tiempo de Muestreo	23
8. Metodología de Análisis de Datos.....	24
9. Zonas de anidación	25
10. Área de distribución.....	26
11. Referencia bibliográfica:	28

DL

METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN POBLACIONAL DE ZAMBULLIDOR DEL TITICACA O KEÑOLA (*Rollandia microptera*)

1. Presentación

La propuesta metodológica se desarrolla como parte de un estudio específico para la realización del Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (TDA), en el marco de la actualización del Plan Director Global Binacional del sistema hídrico Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa, el mismo que se viene ejecutando con el proyecto GIRH – TDPS.

En ese contexto se presentó a la dirección binacional del proyecto GIRH – TDPS una primera propuesta metodológica para el estudio poblacional del Zambullidor del Titicaca, la misma que fue aceptada inicialmente, con lo que se procedió a elaborar la propuesta definitiva que más adelante se pondría a consideración del grupo de expertos de Perú y Bolivia.

Posteriormente y dando cumplimiento a lo establecido en los términos de referencia que enmarcan el estudio específico, se realizó los días 14 y 15 de octubre de 2019, el taller Binacional: *Presentación y análisis de diagnóstico y propuesta metodológica para el estudio de Rollandia microptera* en la ciudad de La Paz, donde se puso a consideración la Metodología de Estudio de Zambullidor del Titica.

Luego de la presentación, los especialistas presentes desestimaron la propuesta realizada y, propusieron una segunda opción metodológica para el estudio del Zambullidor del Titicaca, dicha metodología considera una evaluación de la especie en puntos equidistantes entre sí a lo largo de la orilla de los cuerpos de agua que conforman el área de estudio del sistema TDPS.

En ese contexto y en atención al acta firmada en dicho taller se ha desarrollado la metodología de evaluación poblacional del Zambullidor del Titicaca, la cual se presentó el día 28 de octubre de 2019.

Luego de la presentación de la Metodología, los especialistas de los países realizaron aportes a la propuesta el día 27 de noviembre de 2019, las cuales –a criterio de la consultora- requerían necesidades de aclaración, las cuales fueron levantadas y se presentó la nueva versión el 09 de diciembre de 2019.

DL

A la propuesta presentada, las delegaciones generaron observaciones las cuales fueron enviada a la consultora el día 17 de diciembre. La consultora levanto las observaciones y presentó los documentos el día viernes 20 de diciembre

2. Introducción.

El sistema hídrico Lago Titicaca – Rio Desaguadero – Lago Poopó - Salar de Coipasa (TDPS), es un sistema hídrico transfronterizo de carácter endorreico, formando por cuatro elementos interconectados: la cuenca de Lago Titicaca, la cuenca del río Desaguadero, la cuenca del Lago Poopó y la cuenca del Salar de Coipasa, y está ubicado entre los países de Perú, Bolivia y Chile. La altitud promedio del Sistema hídrico es de 3.800 msnm, siendo el punto más alto, el nevado Sajama (6.452 msnm) y el más bajo el Salar de Coipasa (3.653 msnm) (PRODOC, 2016).

En este sistema hídrico, la pérdida de la biodiversidad en sí es un problema que causa profunda preocupación. La biodiversidad también sustenta el funcionamiento de los ecosistemas, que prestan una amplia gama de servicios a las sociedades humanas. Por lo tanto, su pérdida constante tiene graves repercusiones para el bienestar presente y futuro de la humanidad (PNUD, 2010).

Se destaca la presencia de podicipedidos, aves acuáticas, nadadoras y buceadoras, incapaces de caminar en tierra firme, construyendo nidos flotantes, haciéndolas vulnerables a los cambios bruscos en su medio. Su distribución en el lago Titicaca, se encuentra afectada negativamente por diversos factores antropogénicos, encontrándose estos en estado vulnerable (Yanez, 2007).

En ese sentido, es necesario conocer aspectos ecológicos como el tamaño poblacional en toda su área de distribución. Es por ello que se desarrolla el proyecto denominado “Acciones para la Conservación de Especies Indicadoras: *Rollandia microptera* “El Zambullidor del Titicaca”, en el sistema TDPS; desarrollando una propuesta metodológica para el estudio de la presente especie.

3. Descripción general de la especie

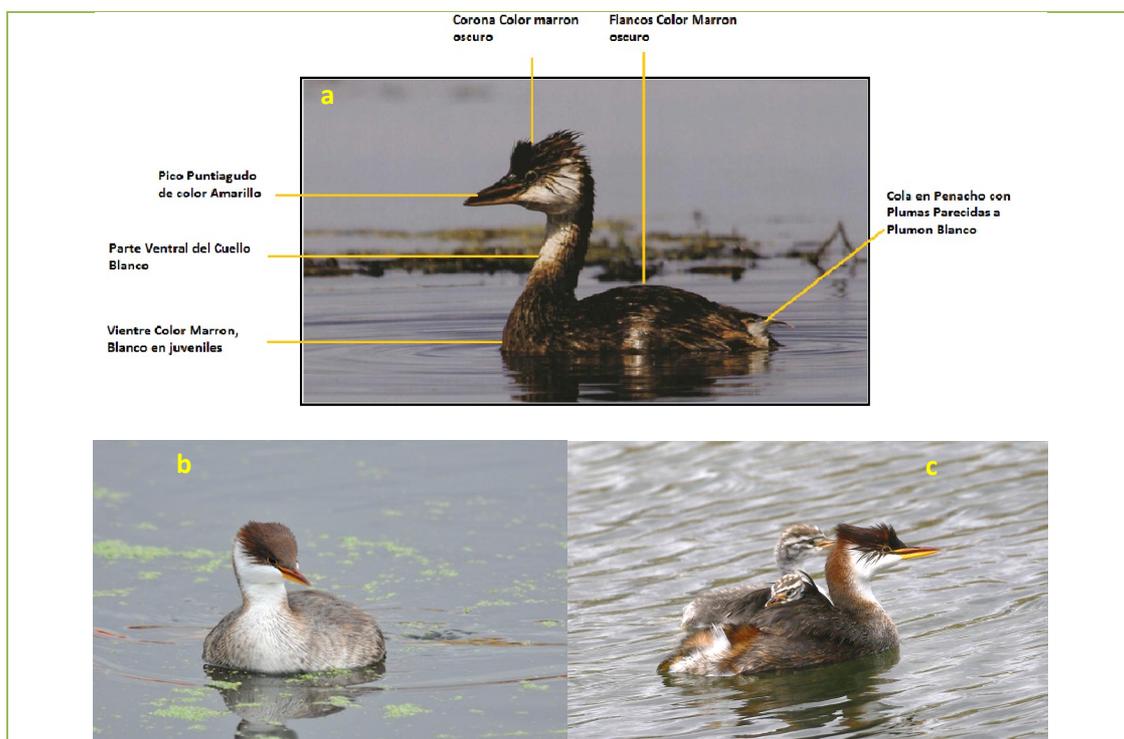
El Zambullidor del Titicaca, es el más grande de su tipo que habita en la cuenca del Titicaca (Pineda 2009), con un tamaño que ronda entre los 35 y 40 cm de longitud pico cola (Pineda 2009; Fjeldsá 1990; MMAyA 2009; Schulemberg 2007) y, no presenta dimorfismo sexual entre machos y hembras (Maldonado 2007).

DL

Presenta en su mayoría de individuos, una coloración marrón oscuro hacia los flancos, con la corona de un color marrón, posee un color marrón más oscuro hacia los flancos o gris en los juveniles, tiene un capucho de color castaño oscuro que se distribuye hasta las mejillas y la nuca; la parte ventral del cuello y del pecho es blanca o de color crema con jaspes grises abundantes hacia la cola, en los adultos la parte ventral del cuello presenta una franja marrón muy marcada. En la zona inicial del cuello, en juveniles de segundo año, esta franja es más clara, mientras que en juveniles de primer año, el cuello es completamente blanco (Pineda 2009; Fjeldsá & Krebbe 1990; MMAyA 2009; PNUD & ALT 2001).

Así mismo, posee un pico largo y puntiagudo de color amarillo y alas muy pequeñas en relación a su cuerpo lo que le hace imposible volar, sus patas se ubican en la parte trasera de su cuerpo y son de color verde olivo y lobuladas para facilitar el nado y buceo (Pineda 2009; Schulemberg 2007; Mamani 2017; PNUD & ALT 2001).

Figura 1: Descripción de Zambullidor del Titicaca. Adulto (a), juvenil (b) y Polluelo sobre lomo de su madre (c)



DL

4. Área de Estudio.

El Área de estudio para la evaluación poblacional del Zambullidor del Titicaca, corresponde al sistema TDPS y, según los términos de referencia de la presente consultoría, se contemplan las siguientes zonas:

En primer lugar al lago Titicaca tanto en la zona peruana como boliviana, cuyos límites se encuentra entre las coordenadas 15°13'19"-16°35'37" de latitud sur y 68°35'36"-70°02'13" de longitud oeste y una altura 3810.0 m.s.n.m., posee un área estimada de 8,562.00 Km² que a su vez, alberga un volumen total de agua de 903.00 Km³ (Wirman 1991).

En el área de estudio se puede encuentran totorales (*Schoenoplectus californicus*) que, normalmente crecen en profundidades de 2,0 a 2,5m asociada a especies de flora de orilla que, en algunos casos suelen ser especies flotantes. Por otro lado, en aguas más distantes de las zonas de totorales, se pueden encontrar macrófitas sumergidas (en función de la transparencia del agua) enraizadas al lecho lacustre y a profundidades que alcanzan la decena de metros (Raynal 1991).

Complementariamente, se puede afirmar que el área de estudio cuenta con un total de 400.00 Km² de extensión de totoral en todo el lago Titicaca, encontrándose en el lado peruano el 61% de totorales y en el lado boliviano el 38.4% (PELT 2001).

Así también el área –del área de estudio- cubierta por macrófitas, es de 1,083.00Km² tanto en el lago menor como en la bahía de Puno (Iltis & Mouguiart 1991).

En segundo lugar, se evaluará la laguna Arapa que se encuentra ubicada en el distrito de Arapa provincia de Azángaro, entre las Coordenadas 15°13'13.36"-15°06'22.72" longitud este y 70°07'4.68"-69°53'44.71" de latitud norte. Importante anotar que, la laguna de Arapa se encuentra ubicado a 3,820.0 m.s.n.m. con un área de 131.8 Km² (PNUD & ALT 2002).

En tercer lugar, también se evaluará la laguna Umayo Ubicada a 34.0 Km de la ciudad de Puno, laguna que cuenta con un área de 35.0 Km² (GORE Puno 2015), laguna en la cual se encuentran pantanos y agua abiertas (BirdLife Intenational 2019).

En cuarto lugar, se evaluara el lago Uru Uru ubicado en las cercanías de la ciudad de Oruro, la misma que se encuentra entre las coordenadas 18°05'40" Sur 67° 05'46" Oeste, laguna que cuenta con una área de 63 Km², a una altura de 3,686 m.s.n.m. laguna que se caracteriza por tener poca profundidad (IGM 2016).

DL

Finalmente, y, en quinto lugar, se evaluará el lago Poopó ubicado a 91 km de la ciudad de Oruro entre las coordenadas latitud 18°21', 19°10' y la longitud 66°50', 67°24', lago que cuenta con un área de 2,337 Km², a una altura de 3,686 m.s.n.m. el mismo que actualmente presenta poca profundidad llegando en su zona media a tener 1m de profundidad, pudiendo secarse por completo (IGM 2016, Molina et al. 2012).

5. Identificación y selección de zonas de muestreo:

Para determinar las zonas de muestreo, se debe comenzar por conocimiento previo que se tiene sobre la especie que se pretende evaluar así como de los objetivos que se pretenden alcanzar (Acosta et al. 2013). Para el presente caso en particular, se cuenta como punto de partida, el Taller Binacional de Validación de la Metodología de Evaluación del Zambullidor del Titicaca, donde los expertos establecieron los criterios y lineamientos para la identificación y selección de zonas de muestreo.

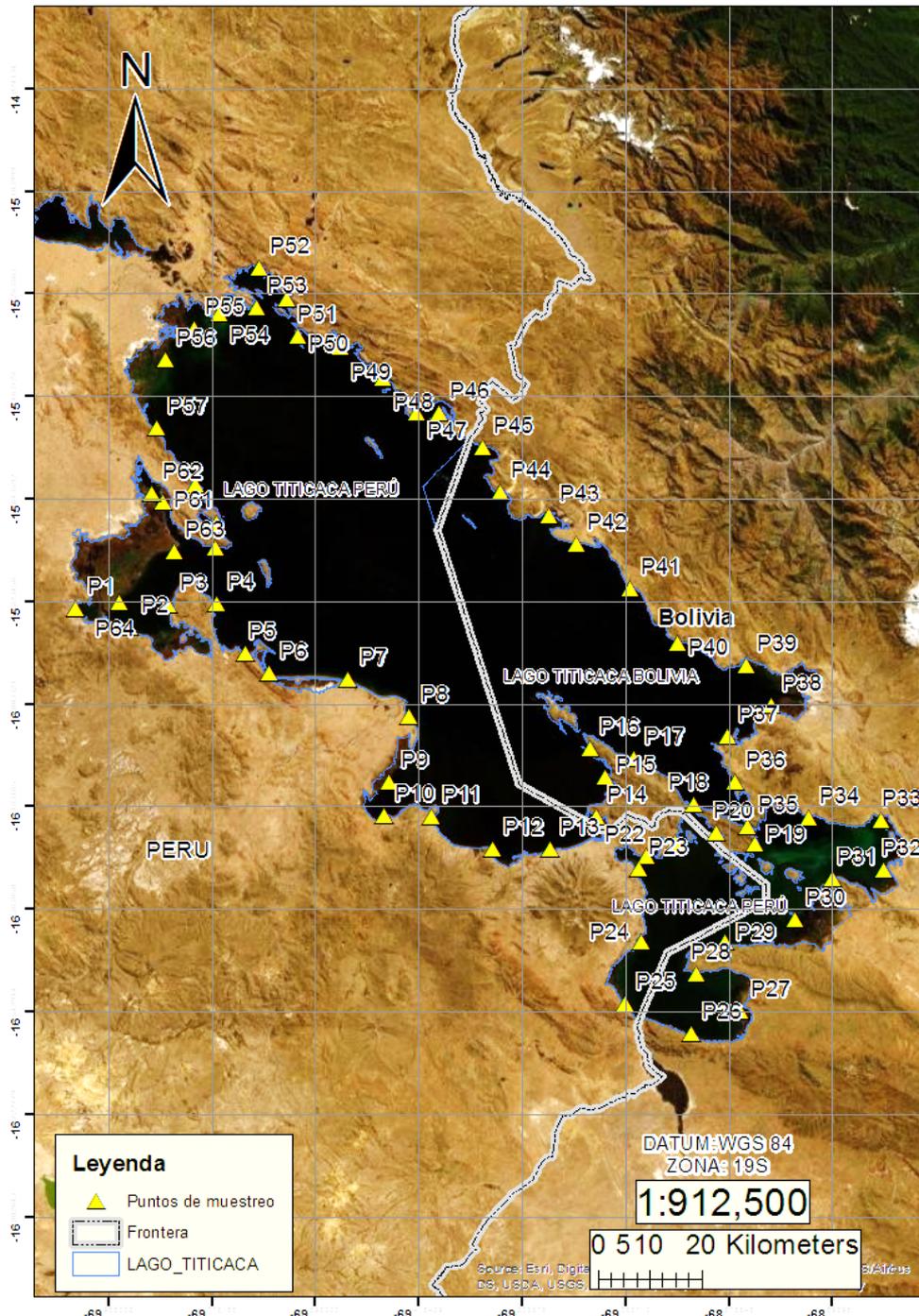
Así mismo, se debe determinar características del ecosistema “si el ecosistema es homogéneo o heterogéneo” (Acosta et al. 2013, Ralph et al. 1996), teniendo en cuenta estos aspectos, se procede a decidir las zonas de muestreo (Acosta et al. 2013, Magurran 2004) siendo el muestreo aleatorio el más simple, el mismo que se basa en la selección al azar de las zonas de muestreo (Acosta *Et al.* 2013, Magurran 2004.)

Teniendo en cuenta que las zonas con presencia de macrófitas sumergida y emergentes son las que presentan mayor riqueza de aves de humedal (Blanco 1999), y que estas se encuentran limitadas por la profundidad, ya que solo se encuentran a profundidades de un máximo de una docena de metros (Iltis & Mouguiart 1991), y a la evidencia de que los podicipedidos se encuentran presentes en hábitats con presencia de vegetación y aguas abiertas adyacentes (Maldonado citando a Burger 1974). Se debe considerar que el hábitat preferente del zambullidor del Titicaca se encuentra asociado a zonas con presencia de Totorales semi densos y ralos con presencia de macrófitas sumergidas y acceso a zonas de agua abierta, (Fjeldsa, 1981; MMAyA 2009; Maldonado 2006, Martínez *et al.*, 2006) o en su defecto a zonas con macrófitas sumergidas (Pineda, 2009; Richards & Contreras, 2018) y, al ser esta una especie no voladora (MMAyA 2009, Schulemberg *et al.* 2007) y que por ende sus desplazamientos son limitados cumpliendo con características de poblaciones cerradas (Krebs, 1989), y que suelen alejarse en la mayoría de casos hasta 300 metros de la orilla o línea de ttotal, y eventualmente llegándose a alejar hasta 3km de la orilla (Richards & Contreras,2018), se procedió a colocar de manera aleatoria puntos de muestreo a 250m de la orilla aproximadamente, del lago Titicaca y/o línea

DL

de total en caso se haya grandes áreas de total denso que se separen de la orilla. Así mismo, cada punto de muestreo se encuentra separado entre si por 15Km. Se debe tener en cuenta que, tanto la distancia de la orilla como la que existe entre cada punto de muestreo, fue como consecuencia de seguir los lineamientos establecidos por los expertos del Taller de validación de la metodología, originando entonces un total de área a evaluar en el Lago Titicaca de 89.1 Km² (Figura 2).

Figura 2: Zona de estudio del Zambullidor del Titicaca lago de Titicaca



DL

METODOLOGÍA

Acciones para la conservación de especies indicadoras: *Rollandia microptera* "el Zambullidor del Titicaca", en el Sistema TDPs

Cuadro 1:
Zonas de muestreo de Zambullidor del Titicaca para la estimación poblacional en el lago Titicaca

Zona de Muestreo	Coordenadas		PAIS
	X	Y	
P1	391433	8248949	Perú
P2	401387	8245157	Perú
P3	408533	8249603	Perú
P4	417532	8249828	Perú
P5	422997	8240372	Perú
P6	427402	8236525	Perú
P7	442152	8235198	Perú
P8	453562	8228040	Perú
P9	449913	8215357	Perú
P10	448961	8208900	Perú
P11	457796	8208636	Perú
P12	469265	8202508	Perú
P13	479800	8202360	Perú
P14	488398	8208695	Bolivia
P15	490032	8216455	Bolivia
P16	487283	8221937	Bolivia
P17	495503	8220057	Bolivia
P18	506646	8211098	Bolivia
P19	518061	8203397	Bolivia
P20	510733	8205624	Bolivia
P21	503188	8203621	Perú
P22	497848	8200989	Perú
P23	496235	8198709	Perú
P24	496713	8184525	Perú
P25	493781	8172314	Perú
P26	506114	8166572	Bolivia
P27	515161	8170839	Bolivia
P28	507029	8178118	Bolivia
P29	512371	8184356	Bolivia
P30	525274	8188811	Bolivia
P31	532318	8196622	Bolivia
P32	541887	8198303	Bolivia
P33	541527	8207982	Bolivia
P34	527986	8208338	Bolivia
P35	516565	8206658	Bolivia
P36	514146	8215457	Bolivia
P37	512779	8224220	Bolivia
P38	520945	8230259	Bolivia
P39	516256	8238080	Bolivia

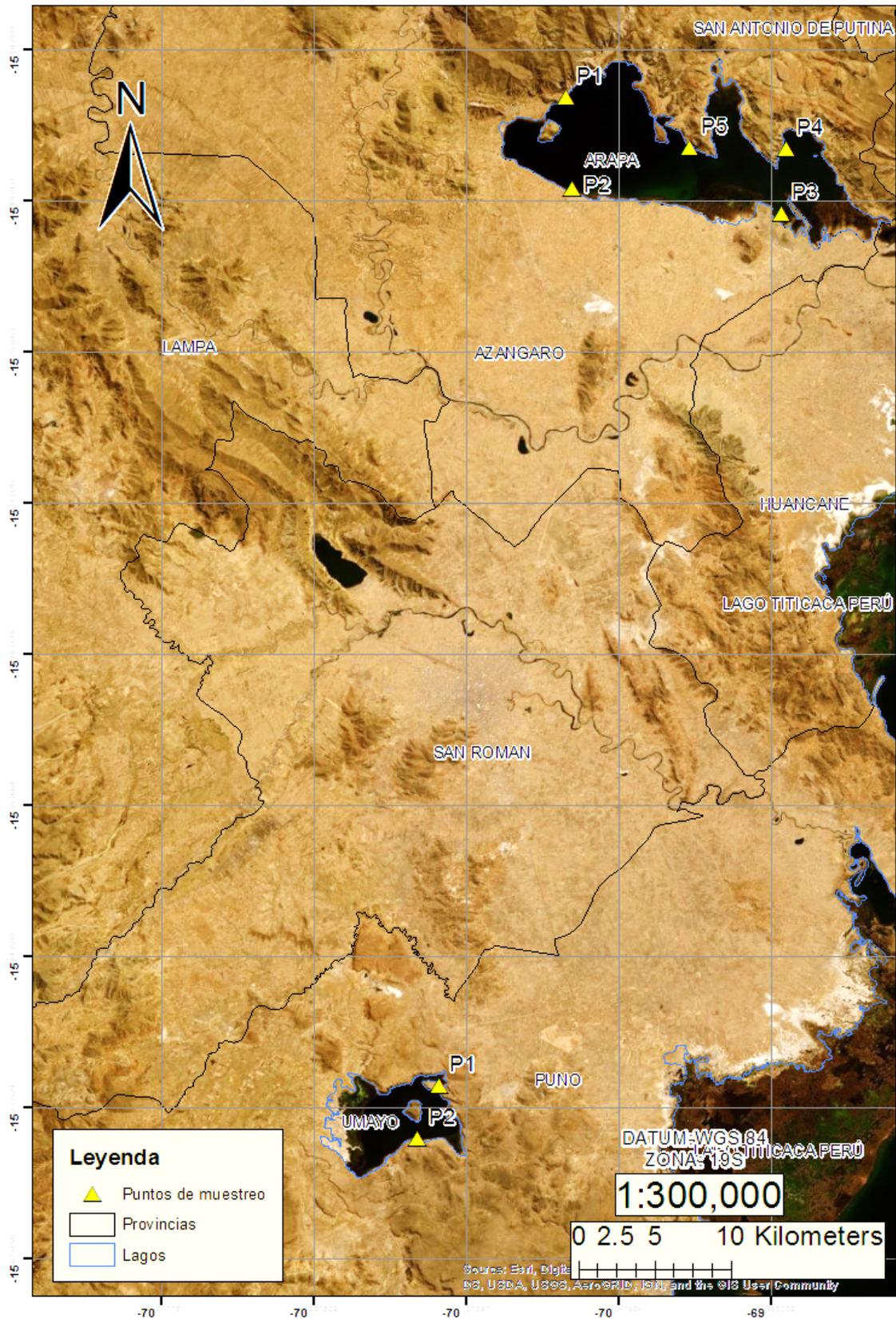
DL

Zona de Muestreo	Coordenadas		PAIS
	X	Y	
P40	503487	8242389	Bolivia
P41	494723	8252986	Bolivia
P42	484712	8261583	Bolivia
P43	479518	8267141	Bolivia
P44	470479	8271764	Bolivia
P45	467228	8280313	Bolivia
P46	459018	8287030	Perú
P47	454831	8286931	Perú
P48	448617	8293684	Perú
P49	440549	8299778	Perú
P50	432564	8301828	Perú
P51	430590	8309010	Perú
P52	425347	8315014	Perú
P53	424973	8307489	Perú
P54	417844	8306165	Perú
P55	413183	8303379	Perú
P56	407855	8297346	Perú
P57	406346	8283992	Perú
P58	413639	8272876	Perú
P59	417599	8265658	Perú
P60	417434	8260692	Perú
P61	407612	8269565	Perú
P62	405558	8271278	Perú
P63	409621	8259987	Perú
P64	399555	8250109	Perú

Por otro lado, las lagunas Arapa y Umayo en las cuales se reportó la presencia de 49 a 1487 y 5 a 19 individuos de Zambullidor del Titicaca (*Rollandia microptera*) en cada zona respectivamente (BirdLife International 2019), se realizarán las evaluaciones en las zonas de muestreo bajo los mismos criterios de evaluación poblacional que los establecidos para el lago Titicaca, colocando puntos muestreo a 250 de la orilla y/o línea de totoral, separados cada punto por 15 Km, evaluándose 7 y 2.8 Km², respectivamente (Figura 3).

DL

Figura 3: Zona de estudio del Zambullidor del Titicaca en las lagunas de Arapa y Umayo



DL

Cuadro 2:
Zonas de muestreo de Zambullidor del Titicaca para la estimación poblacional en la laguna Umayo:

Puntos de Muestreo	Coordenadas		País
	x	y	
P1	376387	8261547	Perú
P2	375085	8258086	Perú

Cuadro 3:
Zonas de muestreo de Zambullidor del Titicaca para la estimación poblacional en la laguna Arapa:

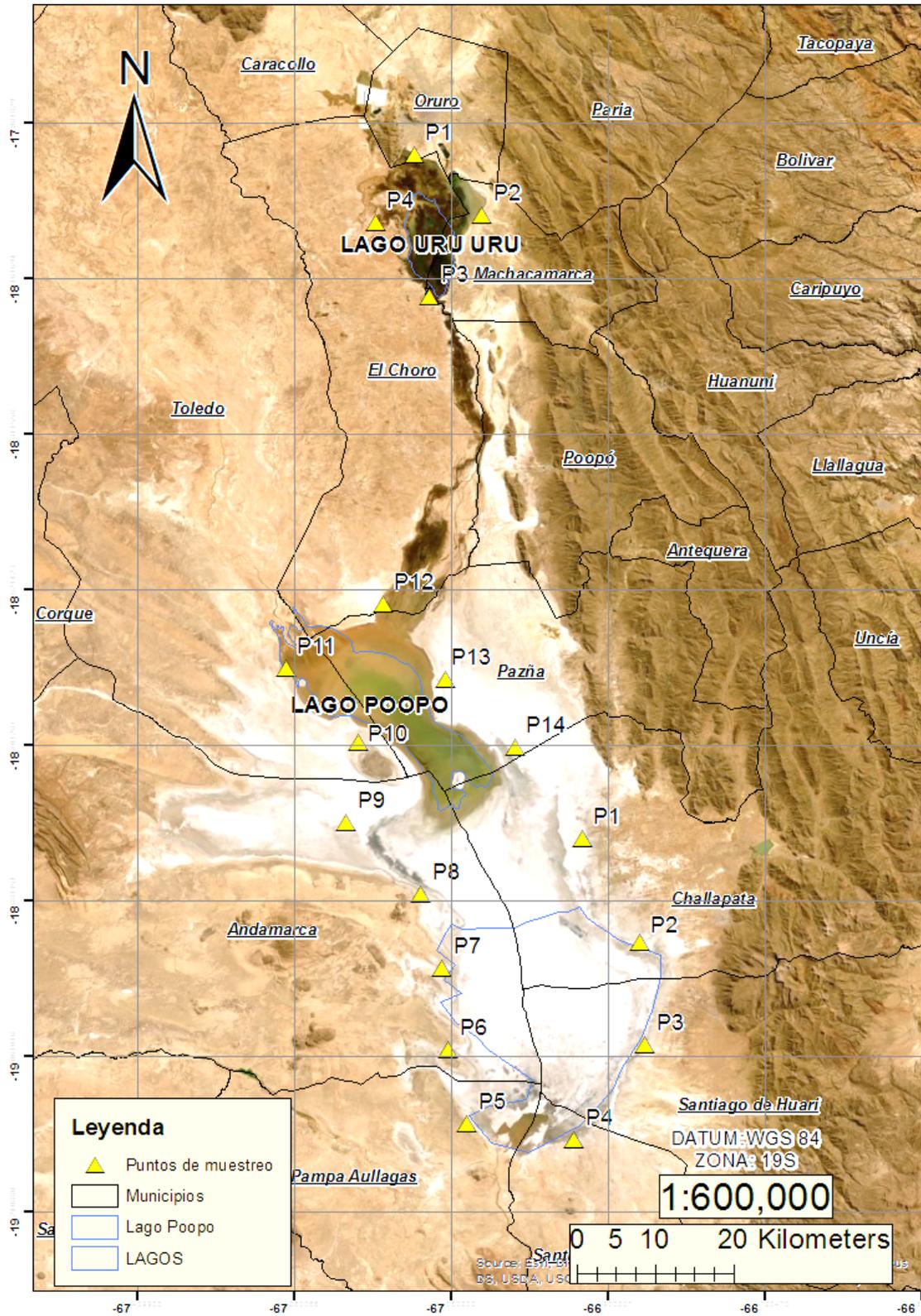
Punto de muestreo	Coordenadas		País
	x	y	
P2	384516	8320755	Perú
P3	397794	8319102	Perú
P4	398071	8323389	Perú
P5	391963	8323459	Perú
P1	384098	8326762	Perú

Las evaluaciones de los lagos Poopó y UruUru, donde se reportó una abundancia de Zambullidor del Titicaca de 138 individuos (Birdlife International 2019) y, considerando que en los últimos años estos dos lagos perdieron aproximadamente el 50% de la comunidad residente de aves, aspecto que, de forma particular, permitirá establecer el estado de conservación de dicha especie en ambos lagos (Birdlife International 2013).

La selección de las zonas de muestreo –de acuerdo a los lineamientos del taller– varían metodológicamente en estos cuerpos de agua, ello debido a que en estos se realizará la ubicación de puntos de muestreo en la misma línea de la orilla, debido a la poca profundidad del Lago Poopó (Molina et al. 2012), y la gran cantidad de totorales en la zona del lago Uru Uru, que impedirían la navegación, en total en ambos lagos se evaluarán 9.7 y 2.8 Km² (Figura 4)

DL

Figura 4: Zonas de estudio en los lagos Poopó y Uru Uru



DL

Cuadro 4:
Zonas de muestreo de Zambullidor del Titicaca para la estimación poblacional en el lago Poopó:

Zona de Muestreo	Coordenadas		PAIS
	x	y	
P1	718268	7918912	Bolivia
P2	725021	7905514	Bolivia
P3	725543	7892403	Bolivia
P4	716873	7880312	Bolivia
P5	703889	7882545	Bolivia
P6	701703	7892105	Bolivia
P7	701064	7902556	Bolivia
P8	698624	7912002	Bolivia
P9	689696	7921356	Bolivia
P10	691233	7931606	Bolivia
P11	682600	7941083	Bolivia
P12	694448	7949330	Bolivia
P13	702018	7939594	Bolivia
P14	710330	7930666	Bolivia

Cuadro 5:
Zonas de muestreo de Zambullidor del Titicaca para la estimación poblacional en el lago Uru Uru:

Zona de Muestreo	Coordenadas		PAIS
	x	y	
P1	698803	8006753	Bolivia
P2	707031	7999045	Bolivia
P4	694024	7998193	Bolivia
P3	700522	7988573	Bolivia

6. Metodología de Recolección de Datos:

Se ha considerado las características fisiográficas de las zonas a evaluar, así como las características de la población de estudio (Acosta et al. 2013, Ralph et al. 1996); por lo tanto, en el lago Titicaca, laguna Arapa y laguna Umayo será necesario el uso de embarcación para la observación de la especie mientras que en los lagos Uru Uru y Poopó se realizarán observaciones en puntos de observación desde la orilla, por ende, se plantean las 2 metodologías siguientes:

a. Puntos de Conteo Acuáticos

Para evaluar la población de Zambullidor del Titicaca, en el lago Titicaca, laguna Umayo y Arapa se procederá a utilizar la metodología de puntos de conteo

DL

acuáticos, desde una embarcación, (MINAM 2015, Acosta et. al. 2013, Ralph et al. 1996).

En cada zona de muestreo se ubicará un punto de conteo de radio fijo de 250 m (MINAM 2015, Acosta et al. 2013), de acuerdo a los lineamientos de los participantes del Taller Binacional de Evaluación de Metodología de Zambullidor del Titicaca. Dichos puntos de conteo se ubicarán en las zonas de muestreo a 250m, aproximadamente, de la orilla o en zonas con totorales densos a 250m, aproximadamente de la línea de totoral.

Una vez ubicados dichos puntos de conteo, con ayuda de unos binoculares, se realizará la observación y contabilización de individuos de la especie, diferenciándose entre polluelos, juveniles y adultos (Martinez et al. 2006), para lo cual se utilizará la Guía Aves del Perú de Schulemberg et al. (2007), la guía Aves de la Reserva Nacional del Titicaca de Pineda (2009) y la guía de aves de Bolivia Herzog et. al. (2018), las evaluaciones se realizarán por un tiempo de 15 minutos por cada punto (MINAM 2015; Acosta et al.2013; Ralph et. al. 1996).

La observación y contabilización de individuos se dará dentro del radio visual ya preestablecido (Acosta et al. 2013; MINAM 2015; Ralph et al. 1996). En simultaneo, un asistente tomará datos del número de individuos contabilizados en una ficha de evaluación (Anexo 1), en la misma donde también se apuntarán las coordenadas del punto de conteo, fecha, hora de inicio y de fin, clima, características del hábitat como cobertura vegetal, (presencia de Totorales, llachales o zonas sin presencia de macrófitas), en la cual por medio de un cuadrante de 1m² se determinara la densidad de totorales, colectando los tallos emergentes atrapados dentro del cuadrante, los mismos que son contabilizados y registrados en la ficha de evaluación, basándonos en los datos de Iltis & Magurat (1991).

En el caso de las macrófitas acuáticas, son uno de los componentes más importantes de los ecosistemas lacustres, responsables de la productividad primaria, de suministrar nichos para otros niveles tróficos, reciclar los nutrientes y estabilizar sedimentos, sin embargo, existen muy pocos estudios de los mismos en lagunas neotropicales de altura. En ese sentido, y considerando que no se tiene referencias de densidad previas, los llachales serán evaluados a través del método de presencia o ausencia en los puntos de conteo acuático, para su posterior correlación con las variables ambientales y con la

identificación de posibles zonas de anidamiento. La observación se realizara desde la embarcación hasta un metro de profundidad del cuerpo de agua, o hasta donde la calidad del agua lo permita.

También se hará identificación de perturbación, la cual se realizará en función a la pericia del observador y preguntas a los lugareños, así mismo también se tomarán datos, de presencia de residuos sólidos, estimándose por medio del uso de un cuadrante de 1m², el volumen de los mismos por metro cuadrado.

Por otro lado, se evaluarán factores físicos químicos del agua como: profundidad, transparencia, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica. Así mismo, dentro de la ficha también se apuntará posibles acontecimientos que se susciten durante la observación como cacería, presencia de individuos muertos, información que lugareños que eventualmente puedan brindar sobre la especie (Fluctuación poblacional, mortandad, prácticas que se tengan con la especie, etc.) o cualquier percance que se observe, percances que serán apuntando en el apartado de observaciones.

Los individuos que puedan ser observados en el lapso de desplazamiento de un punto a otro, también serán contabilizados como parte de avistamientos ocasionales (Ralph et al. 1996) y formarán parte del conteo total de individuos, sin embargo, no serán considerados para los cálculos estadísticos ni para la estimación de distribución de la especie.

De acuerdo a los lineamientos de los expertos del Taller, el conteo se iniciará después de las 7:00 horas hasta las 17:00 horas, ya que se considera el horario de mayor actividad de las aves acuáticas. En caso de presentarse condiciones climáticas desfavorables (fuertes lluvias, vientos entre otras) para la observación de la especie, el conteo se aplazará hasta que las condiciones climáticas mejoren, detallándose en la parte de observaciones de la ficha de evaluación la razón del aplazamiento.

Bajo la metodología expuesta, se evaluará el lago Titicaca, así como as lagunas Umayo y Arapa teniendo un total 71, y 142 puntos incluido la repetición, tal como se puede observar en el siguiente cuadro (Cuadro 6)

Cuadro 6: Puntos de Conteo Por zona de Evaluación.

Zona de Muestreo	Tipo de Metodología	Número de Puntos (cada 15KM)	Puntos de conteo más repetición
Lago Titicaca	Puntos de Conteo Acuático	64	128
Laguna Arapa	Puntos de Conteo Acuático	5	10
Laguna Umayo	Puntos de Conteo Acuático	2	4
TOTAL		71	142

b. Transectos acuáticos:

Así mismo, se usarán transectos de observación, de 1 Kilometro, teniendo por cada zona de muestreo un transecto de 1000m que se encontrará separado, del punto de conteo a una distancia de 500m (MINAM 2015, Acosta et al. 2013, Ralph et al. 1996) siendo estos idóneos para evaluación desde embarcaciones y en ecosistemas abiertos como los acuáticos (Ralph et al. 1996).

Los transectos contarán con una banda fija de 250 m. para cada lado (Acosta et al. 2013, Ralph et al. 1996, MINAM 2015); siendo recorridos a una velocidad constante de 3 km/h (Acosta et al. 2013; MINAM 2015) en una embarcación ubicada 250 metros de distancia de la línea de total u orilla aproximadamente (Martínez et al. 2006) desde la cual con ayuda de binoculares de (10x80), se realizará la observación y contabilización de individuos de la especie sometida a estudio, diferenciándose entre polluelos, juveniles y adultos (Martinez et al. 2006), para lo cual se utilizará a Guía Aves del Perú de Schulemberg et al.(2007), la guía Aves de la Reserva Nacional del Titicaca de Pineda (2009), y la guía aves de Bolivia de Herzog et al. (2018), realizándose la observación sin mirar atrás hasta el rango visual preestablecido (250m de banda fija para ambos lados) (Acosta et al. 2019; MINAM 2015).

Así también, como en la metodología de puntos de conteo acuáticos se usarán fichas de evaluación en las cuales se apuntará el número de individuos de la especie contabilizados, datos como las coordenadas del punto de conteo, fecha, hora de inicio y de fin del transecto, clima, y características del hábitat como cobertura vegetal, (presencia de Totorales, llachales o zonas sin presencia de macrófitas), en la cual por medio de un cuadrante de 1m² se determinará la densidad de totorales, colectando los tallos emergentes atrapados dentro del cuadrante, los mismos que son contabilizados y

DL

registrados en la ficha de evaluación, basándose en los datos de Iltis & Magurat (1991).

En el caso de las macrófitas acuáticas, son uno de los componentes más importantes de los ecosistemas lacustres, responsables de la productividad primaria, de suministrar nichos para otros niveles tróficos, reciclar los nutrientes y estabilizar sedimentos, sin embargo, existen muy pocos estudios de los mismos en lagunas neotropicales de altura. En ese sentido, y considerando que no se tiene referencias de densidad previas, los llachales serán evaluados a través del método de presencia o ausencia en los transectos acuático, para su posterior correlación con las variables ambientales y con la identificación de posibles zonas de anidamiento. La observación se realizará desde la embarcación hasta un metro de profundidad del cuerpo de agua, o hasta donde la calidad del agua lo permita.

Para la identificación de perturbación del hábitat se tomarán datos de presencia de residuos sólidos, estimándose por medio del uso de un cuadrante de 1m² y también al igual que en la metodología de puntos de conteo acuáticos por medio de información obtenida de los lugareños, así también se tomarán datos fisicoquímicos como profundidad, transparencia, pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, así como, posibles acontecimientos que se susciten durante la observación como cacería, presencia de individuos muertos, información que lugareños, eventualmente, puedan brindar sobre la especie (Fluctuación poblacional, mortandad, prácticas que se tengan con la especie, etc.) o cualquier percance que se observe, será apuntando en el apartado de observaciones (Ralph et al. 1996, MINAM 2015) (Ver Anexo 1).

Los individuos que puedan ser observados en el lapso de desplazamiento de un transecto a otro, también serán contabilizados como parte de avistamientos ocasionales (Ralph et al. 1996, Acosta) y formarán parte del conteo total de individuos, sin embargo, no serán considerados para el cálculo estadístico ni para la estimación de la distribución de la especie. Las tomas de datos en los transectos se realizarán a partir de las 7:00 Hrs hasta las 17:00 Hrs. (Ralph et al. 1996, Acosta et al. 2013). Al igual que en la metodología de puntos de conteo acuáticos las evaluaciones se aplazarán en caso las condiciones climáticas no sean favorables.

DL

Con esta Metodología, se evaluará el Titicaca y 2 lagunas, teniéndose un total de 71 transectos de evaluación que, con la repetición incluida sumarían un total de 142, ver cuadro 7.

Cuadro 7: Transectos acuáticos por zona de evaluación.

Zona de Muestreo	Tipo de Metodología	Número de Puntos (cada 15KM)	Puntos de conteo más repetición
Lago Titicaca	Transectos Acuáticos	64	128
Laguna Arapa	Transectos Acuáticos	5	10
Laguna Umayo	Transectos Acuáticos	2	4
TOTAL		71	142

c. Puntos de Conteos desde la Orilla

Para realizar el conteo y estimación población de Zambullidor del Titicaca en zonas donde no se pueda realizar la navegación por que el cuerpo de agua tiene poca profundidad, se empleará el método de puntos de conteo de radio fijo desde orilla, siendo que este método es idóneo en lugares con buena visibilidad (Acosta et al. 2013). Dichos puntos se ubicarán a lo largo de la línea de orilla de la zona de muestreo (Ralph et al. 1996), colocándose un punto de conteo por punto de muestreo, separados cada punto por 15 Km, -esto como parte de los lineamientos del taller de validación-, realizándose la observación de cada punto de muestreo por un lapso de tiempo de 15 minutos en cada punto (Ralph et al. 1996, MINAM 2015).

Con la ayuda de un telescopio, en cada uno de los puntos de observación se realizará el conteo de individuos de la especie diferenciando entre polluelos, juveniles y adultos (Martínez et al. 2006), empleando la Guía Aves del Perú de Schulemberg et al. (2007), guía Aves de la Reserva Nacional del Titicaca de Pineda (2009) y la guía de aves de Bolivia Herzog et. al. (2018), realizándose la observación del espécimen dentro del radio visual ya preestablecido (Acosta et al. 2013, MINAM 2015).

Así mismo, se tomarán datos del número de individuos contabilizados en una ficha de evaluación (Anexo 1), en la misma donde también se apuntarán las coordenadas del punto de conteo, hora de inicio y de fin, Clima. características del hábitat como cobertura vegetal (Totoral, Llachal y/o zonas sin vegetación), en la cual por medio de un cuadrante de 1m² se determinara la densidad de totorales, colectando los tallos emergentes atrapados dentro del cuadrante, los

DL

mismos que son contabilizados y registrados en la ficha de evaluación, basándonos en los datos de Ittis & Magurat (1991).

En el caso de las macrófitas acuáticas, son uno de los componentes más importantes de los ecosistemas lacustres, responsables de la productividad primaria, de suministrar nichos para otros niveles tróficos, reciclar los nutrientes y estabilizar sedimentos, sin embargo, existen muy pocos estudios de los mismos en lagunas neotropicales de altura. En ese sentido, y considerando que no se tiene referencias de densidad previas, los llachales serán evaluados a través del método de presencia o ausencia en los puntos de conteo desde la orilla, para su posterior correlación con las variables ambientales y con la identificación de posibles zonas de anidamiento. La observación se realizará desde la orilla hasta un metro de profundidad del cuerpo de agua, o hasta donde la calidad del agua lo permita.

La identificación de perturbación, la cual se realizará en función, a la pericia del observador y preguntas a los lugareños, así mismo también se tomarán datos de presencia de residuos sólidos, estimándose por medio del uso de un cuadrante de 1m², el volumen de los mismos por metro cuadrado, así también posibles acontecimientos que se susciten durante la observación como cacería, presencia de individuos muertos, o información que los lugareños puedan brindar sobre la especie (Mortandad, amenazas, fluctuación poblacional, etc) o cualquier percance que se observe será apuntando en el apartado de observaciones (Ver anexo 1) (Ralph *et al.* 1996, MINAM 2015). En estas zonas no se tomarán datos de profundidad como tampoco datos de transparencia debido a las características de las zonas, que impiden el acceso en embarcación a los mismos y a su poca profundidad, sin embargo, se tomaran datos de pH, Temperatura, Oxígeno disuelto y conductividad, en la medida que las zonas permitan el acceso al cuerpo de agua y la presencia de agua.

Los individuos que puedan ser observados en el lapso de desplazamiento de un punto a punto, también serán contabilizados como parte de avistamientos ocasionales (Ralph *et al.* 1996) y formarán parte del conteo total de individuos. Sin embargo, no serán considerados para el cálculo estadístico ni para la estimación de distribución de la especie.

De acuerdo de acuerdo a las indicaciones de los expertos, el conteo se iniciará después de las 7:00 horas y terminará antes de las 17:00 horas, ya que se considera el horario de mayor actividad de aves acuáticas, y al igual que en las anteriores metodologías aplazándose la evaluación si es que las características climáticas no son favorables.

Con esta metodología se evaluará los lagos Uru Uru y Poopó, esto debido a que en caso del lago Uru Uru cuenta con grandes zonas de totoral, denso que dificultan la navegación. Por otro lado, el lago Poopó se encuentra en proceso de desecación y con profundidades muy pequeñas, siendo su profundidad máxima es de 1.50 m (Molina et. al. 2013),

Para las evaluaciones en ambos lagos se ha establecido un total 18 puntos de conteo tal como se puede observar en el cuadro 7.

En las evaluaciones con este método se realizará dos repeticiones.

Cuadro 8: Cuadro de número de puntos orilla en las zonas con este tipo de muestreo

Zona de Muestreo	Tipo de Metodología	Número de Puntos (cada 15KM)	Puntos de conteo más repetición
Laguna Uru Uru	Puntos de Conteo de Orilla	4	8
Lago Poopó	Puntos de Conteo de Orilla	14	28
Total		18	36

d. Transectos de Orilla

De manera complementario a los puntos de conteo de orilla, se usarán transectos de observación, de 1 Kilometro, teniendo por cada zona de muestreo un Transecto 1000m que se encontrará separado, del punto de conteo a una distancia de 500m (MINAM 2015, Acosta et. al. 2013, Ralph et al. 1996). Dichos transectos contarán con una banda fija de 250m. hacia el lado del cuerpo del agua (Acosta et al. 2013, Ralph et al. 1996, MINAM 2015); siendo recorridos a pie a una velocidad constante de 3 km/h (Acosta et al. 2013; MINAM 2015) donde, con ayuda de binoculares de (10x80), se realizará la observación y contabilización de individuos de la especie sometida a estudio (*Rollandia microptera*), diferenciándose entre polluelos, juveniles y adultos (Martinez et al. 2006), para lo cual se utilizará la Guía Aves del Perú de Schulemberg et al.(2007), la guía Aves de la Reserva Nacional del Titicaca de Pineda (2009), y la guía aves de Bolivia de Herzog et al. (2018) Realizándose

la observación sin mirar atrás hasta el rango visual preestablecido (250m de banda fija para la dirección del cuerpo de agua) (Acosta *et al.* 2019; MINAM 2015). En simultáneo, un asistente tomará datos del número de individuos contabilizados en una ficha de evaluación, en la misma donde también se apuntarán las coordenadas iniciales y finales de los transectos.

Para evaluar las características del hábitat como cobertura vegetal, (Totoral, Llachal y/o zonas sin vegetación), en la cual por medio de un cuadrante de 1m² se determinara la densidad de totorales, colectando los tallos emergentes atrapados dentro del cuadrante, los mismos que son contabilizados y registrados en la ficha de evaluación, basándonos en los datos de Iltis & Magurat (1991).

En el caso de las macrófitas acuáticas, son uno de los componentes más importantes de los ecosistemas lacustres, responsables de la productividad primaria, de suministrar nichos para otros niveles tróficos, reciclar los nutrientes y estabilizar sedimentos, sin embargo, existen muy pocos estudios de los mismos en lagunas neotropicales de altura. En ese sentido, y considerando que no se tiene referencias de densidad previas, los llachales serán evaluados a través del método de presencia o ausencia en los transectos de orilla, para su posterior correlación con las variables ambientales y con la identificación de posibles zonas de anidamiento. La observación se realizará desde la orilla hasta un metro de profundidad del cuerpo de agua, o hasta donde la calidad del agua lo permita.

La identificación de perturbación, se realizará en función, a la pericia del observador y preguntas a los lugareños, así mismo también se tomarán datos de, presencia de residuos sólidos, estimándose por medio del uso de un cuadrante de 1m², el volumen de los mismos por metro cuadrado.

En estas zonas no se tomarán datos de profundidad como tampoco datos de transparencia debido a las características de las zonas, que impiden el acceso en embarcación a los mismos y a su poca profundidad, sin embargo se tomarán datos de pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductiva eléctrica, en la medida que las zonas permitan el acceso al cuerpo de agua y la presencia de agua, así también, posibles acontecimientos que se susciten durante la observación como cacería, presencia de individuos muertos, o información que

los lugareños puedan brindar sobre la especie (Mortandad, amenazas, fluctuación poblacional, etc) o cualquier percance que se observe será apuntando en el apartado de observaciones (Ver anexo 1)

Los individuos que puedan ser observados en el lapso de desplazamiento de un transecto a otro, también serán contabilizados como parte de avistamientos ocasionales (Ralph *et al.* 1996, Acosta) y formarán parte del conteo total de individuos, sin embargo, no serán considerados para el cálculo estadístico ni para la estimación de distribución de la especie. Los transectos se iniciarán al amanecer al as 7:00 hrs. hasta las 17:00 hrs. (Ralph *et al.* 1996, Acosta *et al.* 2013). Evaluándose cada uno de los transectos en dos oportunidades. y al igual que en las anteriores metodologías aplazándose la evaluación si es que las características climáticas no son favorables.

Con esta Metodología se evaluarán 3 lagunas, teniéndose un total de 71 transectos de evaluación, que con la repetición incluida sumarian un total de 142 (Cuadro 7).

Cuadro 9: Transectos acuáticos por zona de evaluación

Zona de Muestreo	Tipo de Metodología	Número de Puntos (cada 15KM)	Puntos de conteo más repetición
Lago Titicaca	Transectos de orilla	4	8
Laguna Arapa	Transectos de orilla	14	28
TOTAL		18	36

7. Tiempo de Muestreo

Teniendo como base que cada punto de conteo debe tener una duración de 15 minutos (MINAM 2015, Ralph *et al.* 1996), así mismo se estima que cada transecto tomara 30 min de recorrido, entonces se realizó la estimación de tiempo que tomará realizar todo el muestreo. Estimándose el número de horas que tomara realizar todos los transectos como los puntos de conteo, y calculando a partir del número de horas efectivas que se podrá trabajar, descontando el número de horas que tomará el desplazamiento entre punto y punto de muestreo, obteniéndose que en total, todo el muestreo tomaría unos 41 días tal como se observa en el (Cuadro 10)

Cuadro 10: Tiempo de muestreo por zona de estudio

Zona de Muestreo	Metodología	Esfuerzo de Muestreo	Horas Por Zona	Días Por Zona	Días con repetición
Lago Titicaca	Transecto y Punto de conteo acuático	64PC/64TR	48	16	32
Laguna Arapa	Transecto y Punto de conteo acuático	5PC/5TR	4	1.25	2.5
Laguna Umayo	Transecto y Punto de conteo acuático	2PC/2TR	1.5	1	1
Laguna Uru Uru	Transecto y Punto de conteo de orilla	4PC/4TR	3	1	2
Lago Poopó	Transecto y Punto de conteo de orilla	14PC/14TR	10.5	2	4
Tiempo total			66.75	20.45	41.5

Donde: TR: Transectos y PC: Punto de Conteo

8. Metodología de Análisis de Datos

Estimación del Tamaño poblacional:

Para realizar la estimación población del Zambullidor del Titicaca, se realizará un conteo total tanto de adultos, polluelos y juveniles, en cada una de las repeticiones, promediando los conteos totales de cada repetición por zona entre sí, esto de acuerdo a las indicaciones de los asistentes de taller binacional.

Así mismo, se determinará la densidad de individuos de Zambullidor del Titicaca, por medio de una interpolación correlacionada con las características ambientales, usando para eso el software GIS (ArcGis), determinando la densidad en cada zona de estudio y para cada estadio de desarrollo del Zambullidor del Titicaca (Adulto, juvenil y polluelo), evaluando así el total de población.

Formula de densidad

$$D=N_n/A_n$$

Donde:

N_n= Número de Individuos Contabilizados en determinado punto o transecto _n

A= Area del transecto, o punto de conteo _n

Así mismo, para determinar la estructura de la población de Zambullidor del Titicaca, se realizará el cálculo de la proporción de individuos por grupo etario,

realizándose la división del número total de adultos, juveniles o polluelos de zambullidor del Titicaca contabilizados en todo el estudio, entre el número total de individuos de la especie contabilizados (es decir, la sumatoria de adultos, juveniles y polluelos) y multiplicado por 100, lo que proporcionará el porcentaje de composición de cada grupo etario en la población total de Zambullidor del Titicaca.

Así mismo, se estimará la proporción de Zambullidor del Titicaca por estado de desarrollo en cada zona de muestreo. Todos los datos obtenidos serán procesados por medio de bases de datos creadas en el Software Excel 2013, en los cuales se realizará la clasificación de todos los datos obtenidos durante la observación de la especie.

Formula de Proporción de individuos por grupo etario

$$P = n_{xi} / N_i * 100$$

Donde:

- P = Proporción de individuos
- n_{xi} = Número de individuos de determinado grupo etario (adultos, juveniles o polluelos)
- N_i = Número total de individuos contabilizados de la especie.

Cabe resaltar que todos los análisis de datos poblacionales se harán de manera homogénea entre cada metodología utilizada, es decir, que solo serán procesados de manera conjunta datos que hayan sido evaluados con la misma metodología (transectos con transectos, y puntos de conteo con puntos de conteo). Los resultados de estimación poblacional obtenidos serán comparados con los resultados obtenidos de Martínez *et al.* (2006), Birdlife International (2019), Libro rojo de especies tanto de Perú como Bolivia, Maldonado (2006), Soria (2017), Vásquez (2016), Richards & Contreras (2018), los informes técnicos de la Reserva Nacional del Titicaca (2018 & 2019), Konter (2006), entre otros.

9. Zonas de anidación

Para determinar las zonas donde exista anidación de Zambullidor del Titicaca (*Rollandia microptera*), se realizará el cálculo de proporción de Zambullidor del Titicaca por estado de desarrollo como se mencionó previamente, centrándose solo en el polluelos y realizando este cálculo por el total del área de estudio y por zona de muestreo, los lugares donde se encuentre el mayor porcentaje de proporción de

Polluelos se consideraran zonas de nidificación, esto debido a que las zonas con presencia de polluelos indican también la presencia de nidos (Richard & Contreras, 2018), lo mismo se realizará en función a la densidad obtenida solo para polluelos, así mismo como se detalla en las metodologías anteriores (Ver metodología de Puntos y Transectos), se realizara la caracterización de hábitat de cada punto y transecto, por lo cual se podrá inferir que en las características descritas en los transectos o puntos donde mas polluelos se observe o se llegue a observar nidos, serán características favorables para estos, así mismo en caso de observación de polluelos o nidos fuera de las unidades de evaluación (Transecto o Punto), se tomara coordenadas y características del hábitat (profundidad, cobertura vegetal) las cuales se apuntaran en la ficha en parte de observaciones de avistamientos ocasionales.

10. Área de distribución

Para determinar la distribución actual de zambullidor del Titicaca tocará apoyarse en la caracterización de hábitat que se realizará de cada punto y zona de muestreo (Ralph *et al.* 1996; Acosta *et al.* 2013), con las cuales en función a la Proporción de individuos por grupo etario (Magurran 2004; MINAM 2015) de Zambullidor del Titicaca, obtenidas por zona de muestreo se determinará la distribución actual de la especie infiriendo que las características de los lugares donde las abundancias relativas de zambullidor del Titicaca sean altas, son idóneas para el hábitat de esta especie, así mismo también nos basaremos en la Frecuencia de Observación Relativa (FOR) de la especie para modelar sus lugares con preferencia de hábitat; la FOR se calculara por cada zona de muestreo, y por estadio de desarrollo (Adultos, Juveniles y Polluelos), el mismo procedimiento se aplicara también con la densidad obtenida en el anterior ítem, tanto por zona de muestreo como por estadio de desarrollo (Adultos, juveniles, polluelos).

Frecuencia de Observación Relativa:

$$FOR = \frac{n_x}{N}$$

Donde:

FOR =Frecuencia de Observación Relativa

n_x = es el número de veces que se observó una determinada especie

N = es el número total de observaciones

Formula de Proporción de individuos por grupo etario

$$P = n_{xj} / N_j * 100$$

Donde:

P = Proporción de individuos

n_{xi} = Número de individuos de determinado grupo etario (adultos, juveniles o polluelos)

N_i = Número total de individuos contabilizados de la especie.

Así mismo, con ayuda de software de sistemas de información geográfica SIG, se modelará la distribución de zambullidor en función a la preferencia de hábitat obtenida a partir de la proporción de individuos por grupo etario, Frecuencia de Observación Relativa y la densidad, interpolado dichos datos, con valores, obtenidos de la caracterización ambiental, profundidad, cobertura vegetal, actualizando de esta manera la distribución, todo esto comparado con los mapas de distribución realizados por Martínez et al, (2006), siendo este el único que realizó un estudio de distribución de zambullidor del Titicaca, sin embargo, también se comparará el mapa de distribución obtenido con información de estudios o informes técnicos como los de Richards & Contreras (2018), Informes Técnicos de la Reserva Nacional del Titicaca (2018, 2019), Birdlife International (2019), Konter (2006), Soria (2017), Vásquez (2016) Maldonado (2006), siendo que estos nos dan información de lugares donde hay poblaciones de Zambullidor del Titicaca. Repitiéndose este procedimiento con las estimaciones de abundancia relativa por grupo etario (Polluelo, Juvenil y Adulto).

11. Referencia bibliográfica:

- ALT- PNUD, 2002, Proyecto De La Conservación De La Biodiversidad En La Cuenca Del Lago Titicaca, Desaguadero, Popo Y Salar De Coipasa (TDPS), Sub Contrato 21.25: “Evaluación de Potencial de Promociones de pesca de especies Introducidas”, *Informe Final*. Interconsul EIRL . Puno.
- Acosta M. Mugica L. Aguilar S. “Protocolo para el Monitoreo de Aves Acuáticas y Marinas” Facultad de Biología de la Universidad de La Habana (MES) Centro Nacional de Áreas Protegidas (CITMA) La Habana, 2013
- BirdLife International (2019) Important Bird Areas factsheet: Ramis y Arapa (Lago Titicaca, sector Peruano). Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 01/09/2019.
- BirdLife International (2019) Important Bird Areas factsheet: Laguna Umayo. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 31/08/2019.
- BirdLife International (2013) Participative methods for conservation planning at Lakes Poopó and UruUru on the Bolivian Altiplano. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 01/09/2019
- Blanco de (1999) Los humedales como hábitat de aves acuáticas. Pp. 208–217 en: Malvárez ai (ed) *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. ORCYT-UNESCO, Montevideo
- Fjeldsá J. & N. Krabbe. 1990. Birds of the high Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen and Apollo Books, Copenhagen
- Fjeldsa, J. (1981). Comparative ecology of Peruvian grebes. *Vidensk. Meddr Dansk Naturh. Foren.* 143, 125-249.
- GOBIERNO REGIONAL DE PUNO (2015). Zoonificación Ecológica Económica de la Región Puno. Lagos y Lagunas.
- Iltis A. Mourguiarte P. 1991, Repartición y Biomasa. En Dejoux C. Iltis A. (Ed.), El Lago Titicaca Síntesis del conocimiento Limnológico Actual,(251-262), ORSTON – HISBOL.
- Institutito Geografico Militar IGM (2016), “Lagos del Estado Plurinacional del Bolivia 2016” Recuperado de <https://geo.gob.bo/geonetwork/>
- Institutito Geografico Militar IGM (2016), “Área Actual del Lago Poopó Estado Plurinacional de Bolivia”, Recuperado de <https://geo.gob.bo/geonetwork/>
- Krebs C. J. 1989. Ecological methodology. Harper y Row, New York, 654 pp.

- Molina C., Ibañez C. & Gibon F., (2012) Proceso de biomagnificación de metales pesados en un lago hiperhalino (Poopó, Oruro, Bolivia): Posible riesgo en la salud de consumidores. *Ecología en Bolivia* 47(2): 99-118
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). (2009). *Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Martínez, a. e., Aranibar, d. f. & Gutiérrez, e. r. (2006). An Assessment of the Abundance and Distribution of the Titicaca flightless grebe (*Rollandia microptera*) on lake Titicaca and evaluation of its conservation status. *Bird conservation international* 16(3), 237-251.
- Maldonado Chambi W., (2006), HÁBITAT Y POBLACIÓN DE *Rollandia microptera*, *Podiceps occipitalis* y *Rollandia rolland* (AVES: Podicipedidae) En La Reserva Nacional Del Titicaca, Sector Puno – Perú (Tesis Inédita de Pre Grado). Universidad Nacional del Altiplano-Puno
- Magurran A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford, UK: Blackwell Science.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2002, Plan Maestro Reserva Nacional del Titicaca 2003-2007, INRENA
- Perú. Ministerio del Ambiente Guía de inventario de la fauna silvestre / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. - Lima: MINAM, 2015.
- Richards E. Contreras D. (2018), Aspectos ecobiológicos y culturales de la Keñola (*Rollandia microptera*) en el lago Titicaca La Paz, Bolivia, Interpelaciones desde el Sur pp(167-196).
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.; Pyle, P.; Martin, T. E.; DeSante, D. F; & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. (Rep. PSW-GTR-159)*. California, USA. Department of Agriculture & Pacific Southwest Research Station, Forest Service.
- Raynal-Roque A. 1991, Las Plantas Superiores. En Dejoux C. Iltis A. (Ed.), El Lago Titicaca Síntesis del conocimiento Limnológico Actual, (233-240), ORSTON – HISBOL.
- Schulenberg T., Stotz D., Lane D., O’Neill J. & Parker T. 2007. Birds of Peru. Princeton University Press. New Jersey
- Wirrman D. 1991, Morfología y Batimetría. En Dejoux C. Iltis A. (Ed.), El Lago Titicaca Síntesis del conocimiento Limnológico Actual, (31-37), ORSTON –HISBOL