

# Acciones de monitoreo y conservación de aves



SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



GRUPO AEROPORTUARIO  
DE LA CIUDAD DE MÉXICO  
DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Febrero 2015



## ÍNDICE

|       |  |    |
|-------|--|----|
| I.    | ANTECEDENTES .....   | 1  |
| II.   | OBJETIVOS .....  | 5  |
| III.  | METAS .....  | 6  |
| IV.   | ACTIVIDADES A DESARROLLAR .....  | 7  |
| IV.1  | Monitoreo de las poblaciones de aves acuáticas en el Ex-Lago de Texcoco.....                               | 7  |
| IV.2  | Conservación de las especies de aves acuáticas que habitan el Ex-Lago de Texcoco.                          | 8  |
| IV.3  | Conservación de los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco como hábitat prioritario de aves acuáticas..... | 9  |
| IV.4  | Monitoreo biológico de humedales .....   | 10 |
| V.    | MÉTODOS DE TRABAJO .....   | 11 |
| V.1   | Conteos para aves acuáticas .....  | 11 |
| V.1.1 | Conteos Terrestres .....   | 11 |
| V.1.2 | Conteos Aéreos .....   | 13 |
| V.2   | Captura y "marcaje" de aves para el seguimiento de especies.....   | 14 |
| V.3   | Monitoreo biológico de humedales .....   | 21 |
| V.4   | Caracterización fisicoquímica de los cuerpos de agua .....   | 23 |
| V.5   | Sistema de Información Geográfica (SIG) .....  | 25 |
| VI.   | CRONOGRAMA ACTIVIDADES.....  | 27 |
| VII.  | PROPUESTA ECONÓMICA.....   | 28 |
| VIII. | PRODUCTOS A ENTREGAR.....  | 28 |
| IX.   | BIBLIOGRAFÍA.....  | 29 |

## I. ANTECEDENTES

Los humedales del interior de México son sitios de internación y paso en la migración de gran variedad de aves acuáticas y terrestres del nerítico, que comúnmente llegan a estos sitios por lo que se conoce como el corredor migratorio del centro, cruzando la meseta central del país (Chávez *et al.*, 1986; Barragán *et al.*, 2002); además de ser aprovechados como sitios de reproducción por especies residentes (Wilson y Ceballos-Lascurain, 1993; Pérez-Arteaga *et al.*, 2002; Alcántara y Escalante, 2005).

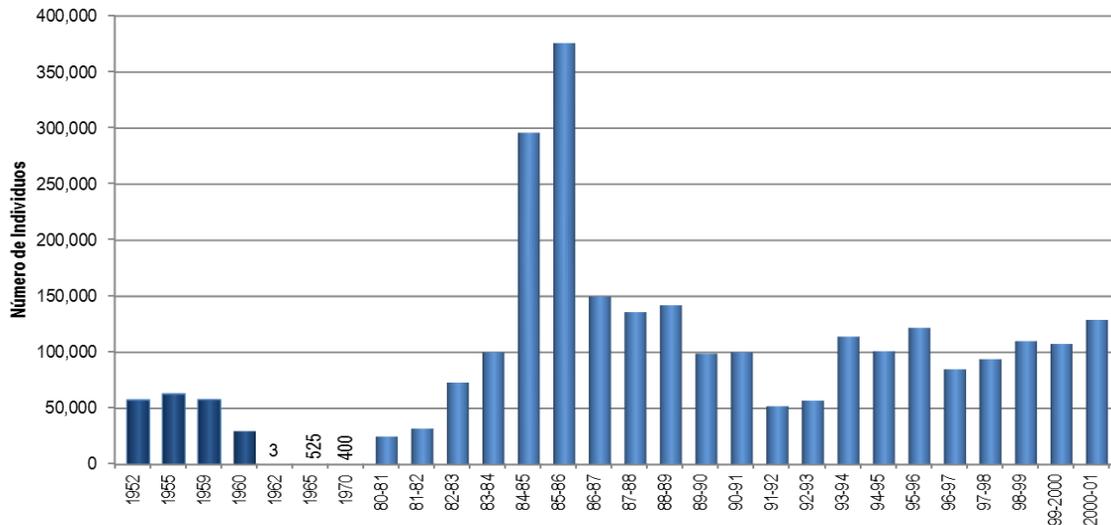
Las aves acuáticas son aquellas que al menos en una etapa de su ciclo de vida, son ecológica y biológicamente dependientes de los cuerpos de agua. Una característica muy importante de este grupo de aves, es su extrema movilidad lo que les permite capitalizar las variaciones estacionales en la abundancia de alimento y disponibilidad de agua.

Son pocos los estudios que se han realizado de las especies propias de los humedales interiores, no obstante reconocerse su importancia ecológica, económica y social (Barragán *et al.*, 2002; Mellink y De la Riva, 2005; Ramírez-Bastida *et al.*, 2008). Los pequeños reservorios de agua, dispersos a través de las tierras altas del centro de México, han recibido una fuerte presión humana por la demanda creciente de suelos para usos urbano y agrícola, lo cual ha propiciado que buena parte de esas áreas lacustres hayan desaparecido (Chávez *et al.*, 1986).

Para el caso de los cuerpos de agua del Valle de México, existe un trabajos de campo sobre los tamaños poblacionales de aves acuáticas; sin embargo pocos son los que permiten tener un manejo de los mismos.

Existen dos fuentes principales de información en este respecto que son relevantes para este trabajo por su continuidad y coincidencia geográfica, estos son los desarrollados por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) durante el periodo comprendido entre 1996 y el 2012 (Cleary y Dolbeer, 2012) y los que históricamente recopilan Alcántara y Escalante (2005).

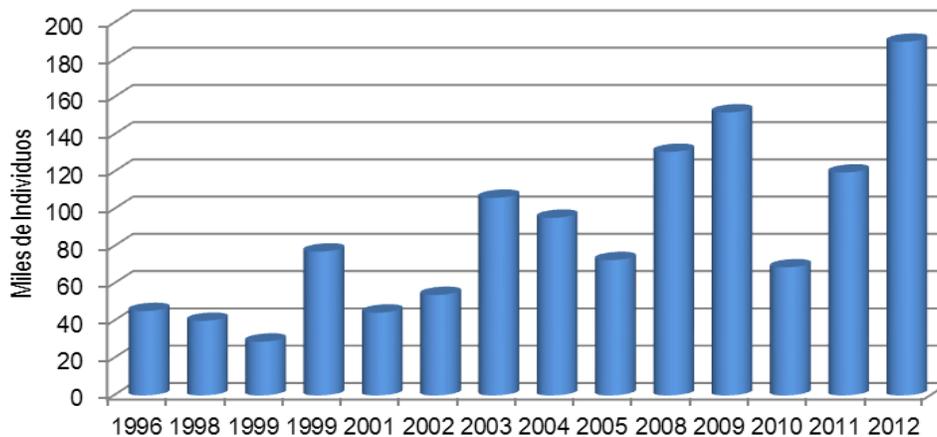
En el caso de los datos reportados por Alcántara y Escalante (2005), estos autores presentan la información de censos aéreos que se realizaron en la década de los 60 y 70 junto con datos generados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estos datos muestran la recuperación de las poblaciones de aves acuáticas en el Lago de Texcoco conforme se fue desarrollando el plan de rescate de Texcoco a partir de la segunda mitad de los años 70s como se puede observar en la siguiente gráfica.



Gráfica 1 Datos de los tamaños poblacionales de aves acuáticas migratorias en el Lago de Texcoco. (Gráfica generada con datos de Alcántara y Escalante, 2005. En azul claro los datos de la CONAGUA).

En el caso de los datos generados por ASA, estos se refieren a los tamaños poblacionales obtenidos a través de varios años de conteos en diferentes cuerpos de agua con el objetivo de evaluar el riesgo aviar en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

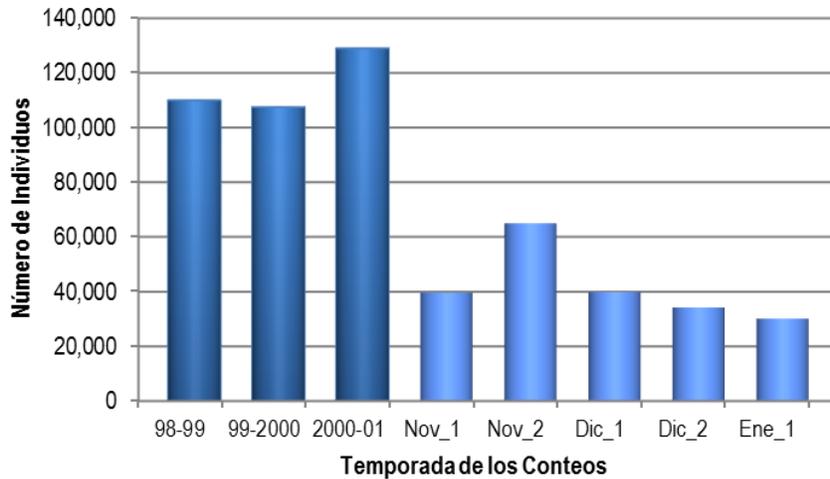
Los datos de las poblaciones del Lago de Texcoco, se muestran en la siguiente gráfica y muestran una tendencia similar a los números obtenidos por la CONAGUA en el mismo periodo de tiempo.



Gráfica 2 Datos de los tamaños poblacionales de aves acuáticas migratorias en el Lago de Texcoco en el periodo 1996 a 2012. (Gráfica generada con datos de ASA).

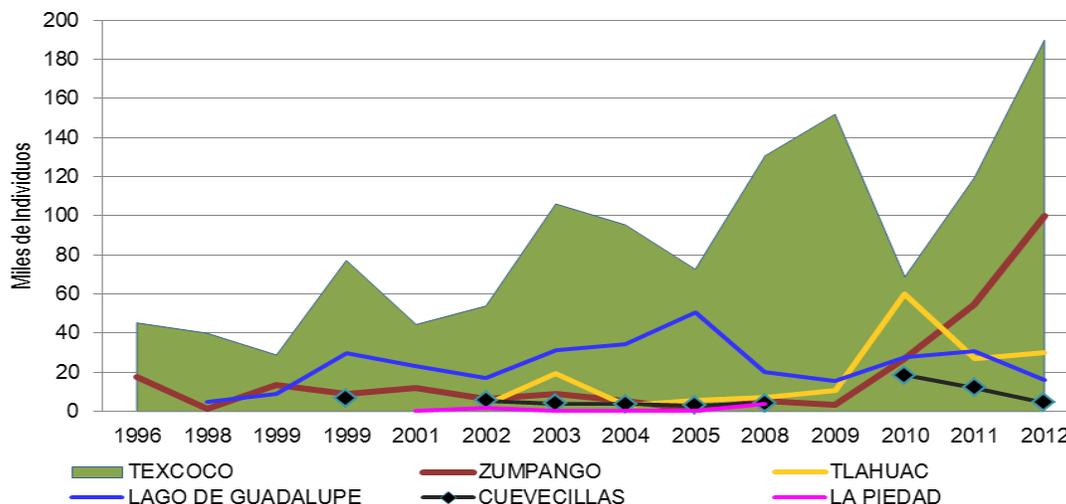
Para el Lago de Texcoco, el Colegio de Biólogos de México, realizó conteos de aves acuáticas en el invierno 2013 – 2014, mismos que se ubicaron como bajos cuando se compararon por los reportados por Alcántara y Escalante (2005) pues el número máximo de aves acuáticas registrado en invierno 2013 – 2014 fue de poco más de 65 mil individuos, cayendo hasta los poco más de 30 mil individuos en el conteo de

principios del mes de enero del 2014, esto es una quinta parte del número máximo promedio de individuos registrados en el Ex-Lago de Texcoco, como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 3 Datos de los tamaños poblacionales de aves acuáticas migratorias en el Lago de Texcoco en el invierno 2013 – 2014 (barras azul claro) y las reportadas por la CONAGUA en Alcántara y Escalante (2005). (La fechas de los conteos del invierno 2013 – 2014 son: noviembre (días 21 [Nov\_1] y 25 [Nov\_2]), diciembre (días 10 [Dic\_1] y 23 [Dic\_2]) de 2013 y enero de 2014 (día 9 [Ene\_1])).

ASA también ha realizado conteos en otros cuerpos de agua del Valle de México además de Texcoco, entre ellos se encuentran Zumpango, la Presa de Guadalupe, las Ciénegas de Tláhuac, Presa la Piedad, Cuevecillas, como las más importantes en sus números poblacionales, como se muestra en la gráfica siguiente.



Gráfica 4 Datos de los tamaños poblacionales de aves acuáticas migratorias en diversos cuerpos de agua del Valle de México en el periodo 1996 a 2012. (Gráfica generada con datos de ASA).

Existen trabajos académicos, principalmente tesis, que estudian diversos aspectos de la biología y ecología de las aves acuáticas en los cuerpos de agua del Valle de México.

Por citar algunos de estos trabajos recientes, se tiene los de Ramírez (2008) en donde desarrolla un análisis ecológico y biogeográfico de la avifauna asociada a los humedales; Sánchez (2010) realiza un estudio de hábitat y comportamiento de las aves en el humedal del Parque Espejo de los Lirios; Álvarez (2013) realiza una caracterización de la fauna acuática de la laguna del humedal de San Gregorio y Ayala y colaboradores (2013) hacen un estudio de distribución de aves acuáticas invernantes en Tláhuac.

Además de los tamaños poblaciones de aves acuáticas, otro aspecto importante es la presencia de aves en los aeropuertos y en sus inmediaciones, lo que puede representar un riesgo para las aeronaves en el momento del despegue y aterrizaje, y derivar en daños materiales ó incluso hasta de perdidas humanas; para reducir el riesgo que supone la convivencia en un mismo espacio entre aves y aeronaves, es conveniente evaluar las características biológicas, ecológicas y conductuales de las poblaciones de aves asociadas, así como también se debe reconocer el ecosistema del que forma parte el aeropuerto y de los cuerpos de agua que lo circundan, así como las urbanizaciones y la sanidad del entorno y sus actividades. Sobre todo ahora es importante, considerando la construcción de las instalaciones del nuevo aeropuerto de la ciudad de México, el cual asistirá la demanda creciente de servicios aeroportuarios de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y del país en general.

Por lo anterior es que se ha elaborado la presente propuesta técnica y económica (PTE), con base en los Términos de Referencia (TR) establecidos por Aeropuertos y Servicios Auxiliares, la cual incluye aspectos de muestreo y monitoreo por tierra y aire de aves en cuerpos de agua de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), pruebas piloto, captura y marcaje de 70 ejemplares y concentrado de Información base para su integración y análisis estadístico.

Las acciones de este documento forman parte integral del Plan de Manejo Ambiental del proyecto "Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México".

## II. OBJETIVOS

De acuerdo a los TR, los objetivos de estudio son:

1. Desarrollar el monitoreo de las poblaciones de aves acuáticas en el Ex-Lago de Texcoco.
2. Realizar el análisis comparativo de la abundancia y diversidad de la avifauna para cada uno de los cuerpos de agua constituidos en este estudio y establecer su relación con las condiciones del hábitat.
3. Desarrollar e implementar el monitoreo biológico de los diferentes cuerpos de agua, para determinar a detalle el tipo de hábitat óptimo para las aves, que permita mejorar el hábitat en las lagunas fuera de la zona del nuevo aeropuerto y desincentivar su estancia temporal o permanente en el Ex-Lago de Texcoco.
4. Desarrollar las propuestas de acción para la conservación de las aves acuáticas que habitan de manera permanente o en forma migratoria la zona del Ex-Lago de Texcoco.
5. Generar una propuesta de restauración de los hábitats para las aves acuáticas tanto en el Ex-Lago de Texcoco como en los principales cuerpos de agua del Valle de México.
6. Elaborar una propuesta de conservación de la zona del Ex-Lago de Texcoco como hábitat relevante para las aves acuáticas que viven en ella.

### III. METAS

1. Contar con un documento que contenga las acciones y actividades propuestas para el monitoreo de las aves acuáticas tanto migratorias como residentes que ocupan la zona del Ex-Lago de Texcoco que permitan conocer las variaciones en sus poblaciones a lo largo del tiempo.
2. Contar con un documento que incluya las acciones que lleven a la conservación de las aves acuáticas, tanto residentes como migratorias, que habitan la zona del Ex-Lago de Texcoco tanto en el corto como en el largo plazo.
3. Generar un esquema de conservación de la zona de humedales que se encuentran en la zona del Ex-Lago de Texcoco y que se utilizan por las aves acuáticas como hábitat tanto de forma permanente como en la temporada invernal.

## IV. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Como se ha venido mencionando, la propuesta implica la realización de las acciones planteadas para los siguientes cuerpos de agua, los cuales son utilizados por las aves acuáticas:

1. Ex-Lago de Texcoco
2. Laguna de Zumpango
3. Presa Cuevecillas
4. Parque Ecológico Xochimilco y Ciénega de San Gregorio
5. Lago de Guadalupe
6. Laguna La Piedad
7. Ciénega de Tláhuac
8. Presa Madín
9. Presa Taxhimay
10. Presa La Concepción
11. Presa Requena

Las actividades específicas que se realizarán, son:

### IV.1 Monitoreo de las poblaciones de aves acuáticas en el Ex-Lago de Texcoco

- Desarrollar una propuesta de acciones necesarias para el monitoreo de las poblaciones de aves acuáticas que ocupan los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco.
- Revisar de la información de los conteos que haya realizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) del año 1996 a la fecha en los principales cuerpos de agua del Valle de México.  
Desde 1996, a petición de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) ha contratado la realización de conteos anuales con el objeto de conocer la composición y estructura de las poblaciones de aves existentes en cuerpos de agua específicos ubicados en el Valle de México.  
Las actividades que se realizarán tendrán una perspectiva integradora de la información histórica con una aproximación de escalas temporales y geográficas. Esta perspectiva de escalas implica que los primeros elementos que se exponen reflejan la comparación de los datos obtenidos del ejercicio histórico de conteo en el periodo 1996 a la fecha. La información acumulada a la fecha, conformará una base datos que permitirá el manejo de la información para que brinde reportes con aspectos estadísticos básicos como a variación interanual del tamaño poblacional de las especies registradas, la composición de las comunidades de aves, esto es, el número de especies y su abundancia relativa.
- Identificar las principales especies de aves acuáticas en las que se deberá enfocar el monitoreo.

Los resultados de los conteos realizados desde 1996, han contribuido a reconocer la avifauna pero también han permitido generar un cúmulo de información técnica sobre las variaciones en los tamaños de las poblacionales de aves en los cuerpos de agua de interés aledaños al AICM, principalmente el Ex-Lago de Texcoco y algunos otros que tienen la capacidad de recibir nutridas poblaciones de aves acuáticas migratorias, principalmente patos. Esta información servirá de base para definir las especies a monitorear, así como los sitios donde se distribuyen temporal o permanentemente.

- Identificar las temporadas críticas del monitoreo con base en los registros históricos disponibles.

Se pondrá énfasis en el grupo de las aves acuáticas migratorias que ocupan los cuerpos de agua del Valle de México y se revisarán las tendencias que presentan en cada uno de los cuerpos de agua para conocer la importancia relativa de cada uno de ellos en cuanto a su función como hábitat para estas aves migratorias. Con esta base, se podrán identificar las temporadas en las que es de mayor importancia la realización del monitoreo.

- Generar información que permita conocer las variaciones en el tamaño de las poblaciones de aves acuáticas así como su composición específica a través de conteos terrestres y aéreos. Asimismo, se generará información sobre los movimientos de especies selectas entre los cuerpos de agua de Texcoco y otros en el Valle de México.
- Desarrollar una base de datos que permita identificar las variaciones en los tamaños poblacionales de las aves acuáticas que habitan en el Ex-Lago de Texcoco y su posible vinculación con las variaciones en su hábitat.

Se diseñará y desarrollará una base de datos de largo plazo donde se incluya la información integrada que permita el acceso a ésta a través de un conjunto de programas que manipulan esos datos, de tal forma que se pueda tener registro de las variaciones en los tamaños poblacionales (incrementos o decrementos) de las aves y poder inferir, en su caso, posibles alteraciones originadas por modificaciones en el hábitat como disponibilidad de sitios de descanso, alimentación, refugio o anidación y en el largo plazo, posiblemente los efectos del cambio climático.

#### **IV.2 Conservación de las especies de aves acuáticas que habitan el Ex-Lago de Texcoco.**

- Desarrollar criterios de inclusión para definir "especie prioritaria", tomando como base al menos los instrumentos de conservación nacionales tales como la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 o estrategias de conservación.
- Identificar las especies prioritarias de aves acuáticas que requieran acciones concretas para su conservación en la zona del Ex-Lago de Texcoco, incluyendo información de estas especies en cuerpos de agua que se consideren zonas de influencia en el Valle de México.
- Identificar las especies de aves acuáticas tanto residentes como migratorias que habiten el Ex-Lago de Texcoco más vulnerables.

- Identificar las amenazas existentes y potenciales a las poblaciones de aves acuáticas que habiten el Ex-Lago de Texcoco.
- Desarrollar propuestas de acción para la conservación de dichas especies con base en las características biológicas de las especies identificadas como prioritarias o vulnerables.
- Definir y desarrollar propuestas de conservación que sean viables, concretas y de ser posible, identificar posibles ejecutores de dichas acciones.
- Definir y desarrollar propuesta de programas de cooperación entre dependencias gubernamentales, organizaciones civiles, instituciones de investigación y educación tanto nacionales como extranjeras, encargadas del estudio y conservación de vida silvestre, con énfasis en las aves acuáticas. Entre otras, se identificarán las dependencias de la administración pública federal con atribuciones relacionadas con los humedales y la conservación de flora y fauna silvestres, haciendo énfasis en las aves acuáticas migratorias. Además se identificarán mecanismos e instrumentos para ser usados en la conservación y manejo de los humedales.

En este sentido, existe ya una comisión plural (Comisión Intrasectorial de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para atender los asuntos en materia de aves en el Valle de México) creada por Acuerdo Secretarial publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de noviembre del 2014, que tiene como principal objeto el apoyar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el análisis y estudio técnico de asuntos relativos a especies de aves que se localizan en el Valle de México y, en su caso, proponer estrategias y acciones para la conservación y manejo de especies de aves.

La Comisión está integrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) como representantes del sector ambiental del gobierno federal y el Colegio de Biólogos de México; Colegio de Ingenieros Ambientales de México; Ducks Unlimited de México (DUMAC); PRONATURA; Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) por parte de la sociedad civil.

Las propuestas y recomendaciones que emanen de esta comisión, así como aquellas de otros grupos de especialistas nacionales o internacionales, se tomarán en cuenta para incorporarse en este programa de monitoreo y conservación de aves acuáticas del Valle de México.

### **IV.3 Conservación de los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco como hábitat prioritario de aves acuáticas**

- Desarrollar un programa para identificar las actividades de prevención que serán necesarias para conservar los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco, con base en las actividades y resultados derivados del monitoreo.
- Elaborar una propuesta de programa para identificar y desarrollar acciones necesarias de respuesta para corregir o minimizar los impactos que

potencialmente puedan impedir la conservación de los cuerpos de agua, con base en el monitoreo y evaluación de las tareas de prevención.

- Desarrollar un programa de restauración que incluya las acciones necesarias para permitir la conservación de los cuerpos de agua existentes en el Ex-Lago de Texcoco como hábitat para las aves acuáticas, tanto residentes como migratorias.
- Considerando las acciones anteriores elaborar un programa de seguimiento, evaluación y mejora que permita la conservación en el corto, mediano y largo plazo de los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco.

#### **IV.4 Monitoreo biológico de humedales**

La línea de monitoreo biológico contribuye al conocimiento del estado de determinados elementos bióticos e hidrológicos del humedal. La información colectada sistemáticamente contribuye a dar lineamientos a las otras líneas de acción primordialmente para el mantenimiento de su dinámica, biodiversidad, abundancia relativa, distribución y estado general de conservación. Lo anterior con el fin de realizar un seguimiento adecuado al estado de conservación del humedal. Adicionalmente se integrará un sistema de indicadores de humedales relacionados con aspectos sociocultural y de salud pública.

Los objetivos de monitoreo serán: perfilar el estado y dinámica ecosistémica del humedal, monitorear las poblaciones de aves, en el humedal, monitorear el nivel del cuerpo de agua, alimentar el sistema de información de indicadores para humedales.

## V. MÉTODOS DE TRABAJO

### V.1 Conteos para aves acuáticas

Se realizará el diseño, la justificación y la estrategia de muestreo con valores de certidumbre de 95% de confianza, con respecto a su representatividad para los cuerpos de agua, con base en los modelos estadísticos que correspondan, incluyendo los análisis necesarios para su validación, discriminando la probabilidad de cometer errores de Tipo I, menores al 5%. Los muestreos serán de dos tipos, **terrestres y aéreos**. Cabe mencionar que ambos métodos de trabajo son complementarios.

Los conteos se realizarán empleando dos técnicas:

- Recorridos terrestres. Se realizan para estimar el número de especies y ejemplares (conteo) por cada una de ellas, con lo que se obtendrán los índices de frecuencia y abundancia; así mismo obtener datos relacionados con la calidad del hábitat.
- Conteos aéreos. Se realizan sobrevolando los mismos sitios que son muestreados o contabilizados en tierra, en helicóptero a baja altura.

#### V.1.1 Conteos Terrestres

Los conteos terrestres de aves acuáticas pretenden estimar de la manera más confiable a las poblaciones de estas especies y de otras aves no paseriformes vinculadas con los humedales. El método utilizado en los conteos terrestres es el conteo directo de los grupos de aves asentados en cada uno de los humedales, lo cual es un método muy utilizado para el caso de aves acuáticas (Tellería, 1986, Shuterland, 1996). Los conteos se llevan a cabo desde puntos fijos o realizando un recorrido determinado previamente, lo que depende del tamaño del humedal a censar, de la vegetación existente y de la visibilidad desde los puntos de observación. Los eventos se realizan periódicamente en los mismos puntos fijos seleccionados, a fin de poder disminuir el error en el conteo.

Si el número de ejemplares de algunas especies de aves es lo suficientemente grande, se utiliza la misma técnica de "aforo" (cálculo) que en el conteo aéreo. Se debe tener cuidado, ya que se ha demostrado que los observadores generalmente sobreestiman el número de los grupos formados por unos pocos cientos de aves, mientras que infravaloran los grandes grupos de miles de ejemplares (Prater, 1979). No obstante, este inconveniente se desvanece en gran medida ya que siempre es un mismo observador el que censa cada humedal, debido a que a cada técnico de campo se le asigna una serie de humedales para conteo.

Se ha considerado también el hecho de que esta metodología no es adecuada para algunas especies, tales como ráldos y agachonas, cuyos ejemplares suelen encontrarse en gran medida escondidos entre la vegetación palustre. En este sentido es que se considerará realizar el registro de nidos, parejas o individuos de estas

especies con comportamiento reproductor, una vez que se detectan al realizar los recorridos de campo.

Por ello, hay que tener en cuenta que muchas de las cifras altas que se dan con exactitud de unidades son en realidad resultados de sumas parciales de distinta magnitud de un único o de distintos grupos en una misma localidad. Si no se observa gran cantidad de aves, se realizarán recorridos lineales, pero si se detecta una gran cantidad de aves será una maniobra en círculo, con el fin de que éstas levanten el vuelo y se puedan observar en su totalidad, y así proceder a su identificación específica y estimar el tamaño del grupo. Se debe considerar que al realizarse el recorrido en el cuerpo de agua deberá ser en un período corto (entre 1.5 y 3.5 horas), lo que depende del grado de inundación y del número de aves. Con lo anterior se reduce la posibilidad de que las aves cambien de sitio (Amat y García, 1979).

Los valores obtenidos son órdenes de magnitud, que presentan una serie de fuentes de error, como son:

- La propia diferencia entre el valor estimado y el real, que suele ser la misma para un mismo observador, pero diferente para unas especies o grupos de especies que para otras.
- Las aves que no se cuentan al estar fuera de la zona prospectada visualmente.
- Los individuos que, aún siendo vistos, no son contabilizados porque el técnico su atención en los grupos grandes.
- Las determinaciones específicas erróneas, provenientes de la dificultad de estimar en un grupo multiespecífico.

No obstante estos errores, existen algunos estudios que demuestran la validez estadística de los conteos cuando se obtienen un conjunto de datos en conteos realizados con una misma técnica y un mismo técnico, en tanto que esta condición no se estableció para el caso de un grupo de conteos hechos con varias técnicas y varios técnicos realizando el conteo (Tamisier y Dehorter, 1999).

Este resultado revalida los conteos aéreos, siempre que se hagan de la misma forma y por un mismo técnico, ya que, dichos conteos pueden ser considerados como la mejor aproximación para tener una idea del tamaño de las poblaciones de un grupo determinado de aves acuáticas y, sobre todo permiten dar seguimiento de su evolución en el tiempo, principalmente durante la época invernal. Esto es lo que en estadística llaman un estimador de efectivos presentes (Tamisier y Dehorter, 1999).

Dado que ya existen datos históricos generados por ASA sobre los tamaños poblacionales de aves acuáticas en los principales cuerpos de agua del Valle de México y a fin de tener posibilidad de comparación y seguimiento de los datos generados en esta propuesta con los ya generados históricamente, los sitios donde se verificarán dichos muestreos son los que se listan a continuación. El mapa de ubicación de estos humedales y sus respectivas coordenadas, se encuentran en el Anexo I.

- Ex-Lago de Texcoco
- Laguna de Zumpango
- Presa Cuevecillas
- Parque Ecológico Xochimilco y Ciénega de San Gregorio
- Lago de Guadalupe
- Laguna La Piedad
- Ciénega de Tláhuac
- Presa Madín
- Presa Taxhimay
- Presa La Concepción
- Presa Requena

Para los conteos, se realizarán dos visitas mensuales durante todo el tiempo que dure el Programa de Monitoreo, a cada uno de los cuerpos de agua arriba descritos para conocer el número de individuos y las especies a las que pertenecen.

### **V.1.2      Conteos Aéreos**

Los conteos aéreos se realizarán con una frecuencia mensual durante el período de migración que es durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero de cada año (cuatro vuelos durante el año).

El conteo aéreo se realizará durante la mañana, iniciando entre las 9:00 y las 14:00 horas, dependiendo de las condiciones meteorológicas como visibilidad y viento ya que bajo ciertas condiciones (lluvia, niebla persistente o fuerte viento) no es posible volar o se impiden realizar conteos confiables.

Durante cada conteo aéreo se realiza un recorrido establecido de aproximadamente 45 kilómetros de longitud, que atraviesa los cuerpos de agua de conteo, aunque puede variar dependiendo el tamaño del cuerpo de agua, ya que pueden necesitar puntualmente un vuelo más detallado dependiendo de su grado de ocupación por las aves.

Con la ayuda de un GPS se toman los datos relativos al vuelo (velocidad, distancia recorrida, itinerario, etc.), que posteriormente son procesados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los conteos se realizan en un helicóptero que viajará a una velocidad que oscila entre 175 y 200 km/h, y a una altura nunca inferior a 40 metros sobre el suelo ni superior a los 250 metros.

El técnico participante será el encargado de realizar sus conteos de manera individual. En los asientos traseros se sitúan personas que realizarán labores complementarias al conteo aéreo (estimaciones comparativas, fotografías o videos), u otras labores.

Al principio de cada conteo aéreo se tomará una fotografía que se repite cada mes de una zona concreta del humedal, desde un punto determinado y a una altura constante acordada, lo que permitirá obtener imágenes comparativas sobre el estado de inundación del cuerpo de agua.

Al sobrevolar cada cuerpo de agua, se indica el nivel de agua en una escala cualitativa (mucha, poca o muy poca), y se realiza el conteo de las aves acuáticas detectadas.

Los sitios donde se verificarán los muestreos aéreos son los mismos en donde se realizan los conteos terrestres.

## V.2 Captura y “marcaje” de aves para el seguimiento de especies

El seguimiento será por medio de la colocación de un dispositivo GPS en individuos seleccionados. La cualidad de este dispositivo es que no interferirá con los patrones normales de conducta (*pe.* vuelo, alimentación, movimiento, etc.) de las aves. Se realizaran previamente pruebas piloto, a fin de considerar el mejor método para la instalación de los dispositivos, los cuales no serán parte de la información que se incluirá en los análisis.

La información obtenida del seguimiento de los individuos, se integrará a un Sistema de Información Geográfica (SIG). Las rutas de desplazamiento a monitorear serán para las especies:

Durante el invierno 2014 – 2015, se realizó ya un marcaje de varias especies a través de un estudio financiado por ASA, derivado de ese trabajo, se propone dar continuidad a este trabajo, siendo el principal grupo de trabajo los patos (Anseriformes) dado que son las especies con mayor tamaño poblacional en todos los cuerpos de agua del Valle de México.

Tabla 1 Número Máximo de Dispositivos por Especie.

| ESPECIE  | Número Máximo de Dispositivos GPS a Colocar |
|--|---|
| <b>Anseriformes:</b><br><i>Anas diazi</i> , <i>A. clypeata</i> , <i>A. acuta</i> , <i>A. strepetera</i> , <i>Oxyura jamaicensis</i> y <i>Dendrocygna bicolor</i> | 30  |
| <b>Charadriiformes:</b><br><i>Himantopus mexicanus</i> y <i>Recurvirostra americana</i>  | 5   |
| <b>Ciconiiformes:</b><br><i>Ardea alba</i> , <i>Ardea herodias</i> , <i>Egretta thula</i> , <i>Bubulcus ibis</i> y <i>Plegadis chihi</i>                         | 5   |
| <b>Gruiformes:</b><br><i>Fulica americana</i>  | 5   |
| <b>Total</b>   | <b>45</b>                                   |

## Métodos de Captura

Las técnicas de captura diseñadas específicamente para aves como anátidos, playeros y otras aves acuáticas son de mucho interés ya que se consideran especies hospederas del virus de la influenza aviar. Al capturar aves la principal preocupación debe ser el que estas no sufran algún daño por lo que se debe de realizar correctamente y con mínima perturbación.

### a. Trampa de corral

Existe un periodo de dos a tres semanas en las que las aves acuáticas mudan las plumas primarias de las alas lo cual representa una oportunidad para realizar la captura. Durante este periodo las aves pueden ser rodeadas y guiadas a través de la vegetación acuática o alguna otra barrera hasta llegar al sitio donde se encuentra el corral. Esta trampa consiste de un corral con 2 barreras extendidas a partir de la boca del corral (Figura 1). El tamaño de la trampa dependerá del tamaño de la especie a ser capturada. En este caso se utilizará un diámetro de corral de 4 metros con barreras de 15 metros y una entrada entre barreras de 30 metros. La altura del corral y barreras deberá ser de 1.5 metros.

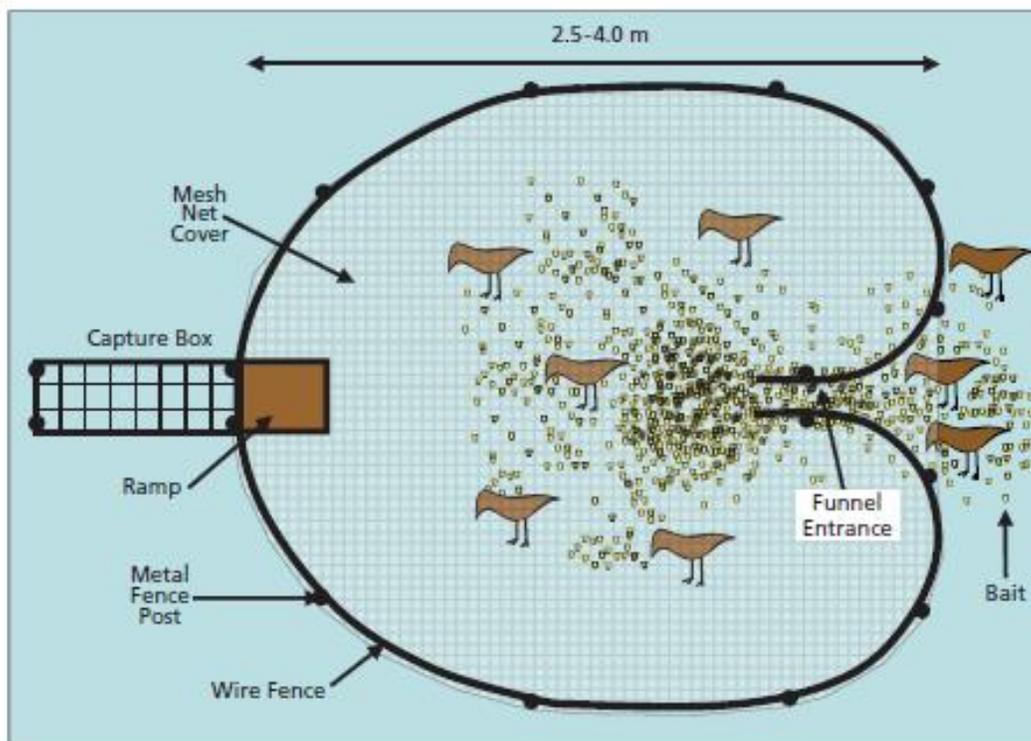


Figura 5 Trampa de corral.

## b. Trampa de embudo

Este tipo de trampa puede ser colocada en suelo o en agua con una profundidad de 25 a 30 cm para que los patos de superficie puedan alimentarse. Es un tipo de trampa en la cual se utiliza un atrayente (alimento) para propiciar que las aves entren. El diseño consiste en una jaula de alambre con uno o más embudos de entrada donde el ave puede entrar pero se le dificulta el regreso (Figura 2 y 3). Es necesario además tapar la trampa con una red flexible de nylon u otro material para evitar que las aves escapen volando cuando se aproxime el manejador. Al otro extremo de la trampa deberá crearse una puerta que permita a las aves entrar a una caja de captura o red para facilitar el manejo y la liberación del ave.

El sitio elegido para colocar la trampa debe ser uno donde las aves frecuentemente se encuentren ahí y deberá ser cebado días antes de la construcción de la misma para acostumbrar a las aves a que ahí se encuentra alimento.

Las trampas deberán cebarse y abrirse durante la tarde y revisadas a primera hora de la mañana. Al aproximarse a la trampa deberá hacerse por el lado de la entrada de embudo para propiciar que las aves entren a la caja de captura o red.

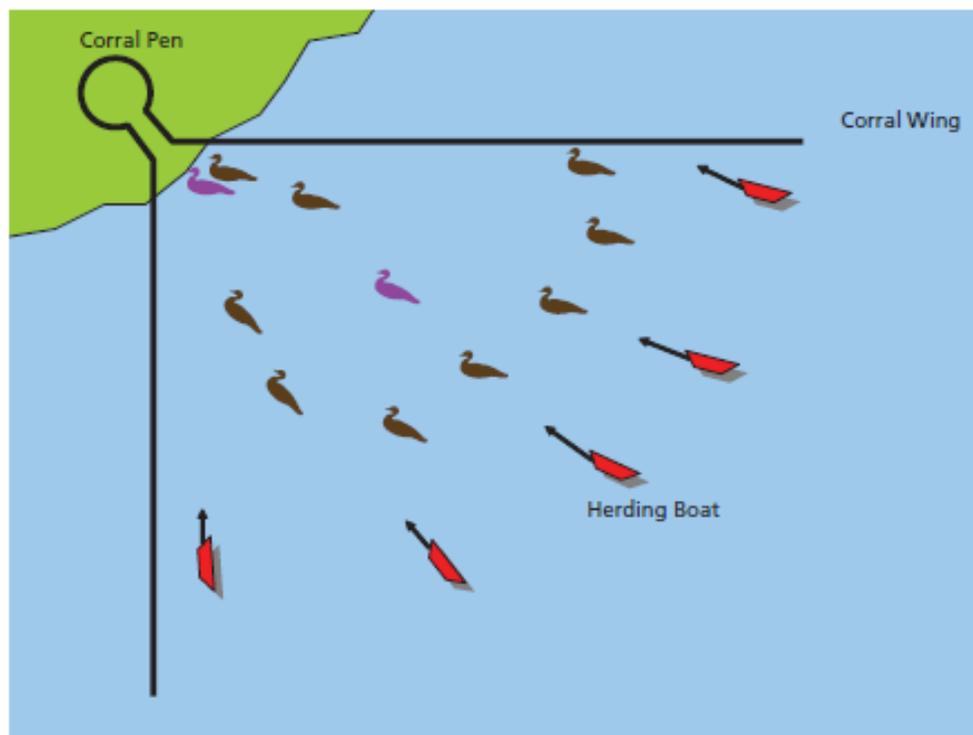


Figura 6 Esquema de construcción de trampa de embudo.



Figura 7 Trampa de embudo funcionando.

### c. Trampa de red de cañón

Las aves que se agregan en grandes números como las aves acuáticas pueden ser capturadas con grandes redes adheridas a proyectiles que son expulsados por medio de cargas explosivas hacia las bandadas (Figura 4). Es necesario contar con personal con la experiencia técnica necesaria para operar este tipo de trampas ya que puede existir el riesgo de accidentes. Estas redes han sido utilizadas para la captura de varias especies de anátidos, garzas, guajolotes, gaviotas y aves playeras.

Previamente a su uso, es necesario un análisis del humedal para identificar el sitio con la mayor concentración de aves. Como en otras técnicas, el uso de alimento como maíz en grano es sugerido para garantizar la captura de un número mayor de aves.

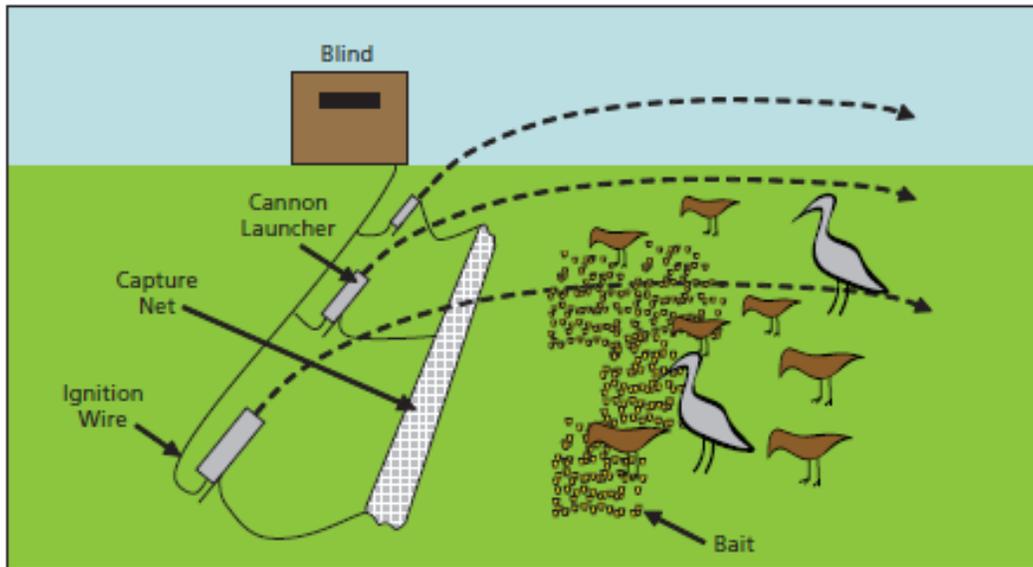


Figura 8 Colocación de trampa de cañón.

#### d. Redes de niebla

Las redes de niebla son el método más versátil y ampliamente utilizado para capturar pequeñas y medianas especies de aves como passerinas y aves playeras. Las redes de niebla están disponibles en diferentes medidas y tamaño de orificio (tejido), grosor y colores.

La selección de la red dependerá del tipo de hábitat donde se encuentra la especie objetivo. Así mismo, el tamaño del tejido será directamente proporcional al tamaño del ave. Los postes son una parte importante de la red y deben ser fuertes pero ligeros para ser fácilmente trasladados así como de una superficie suave que permita el deslizamiento de la red al estar instalándose (Figura 5).

Para colocar este tipo de redes es necesario conocer el comportamiento y patrones de actividad de las aves. Identificar sitios de alimentación, sitios de anidación, sitios de percha o descanso es un paso importante para decidir el sitio más adecuado para colocar la red.

Una red colocada no debe abandonarse y se deberá revisar en condiciones normales en intervalos de 15 a 20 minutos. Es necesario remover el ave lo más pronto posible evitando dañar las plumas y al ave en general al manipularla.

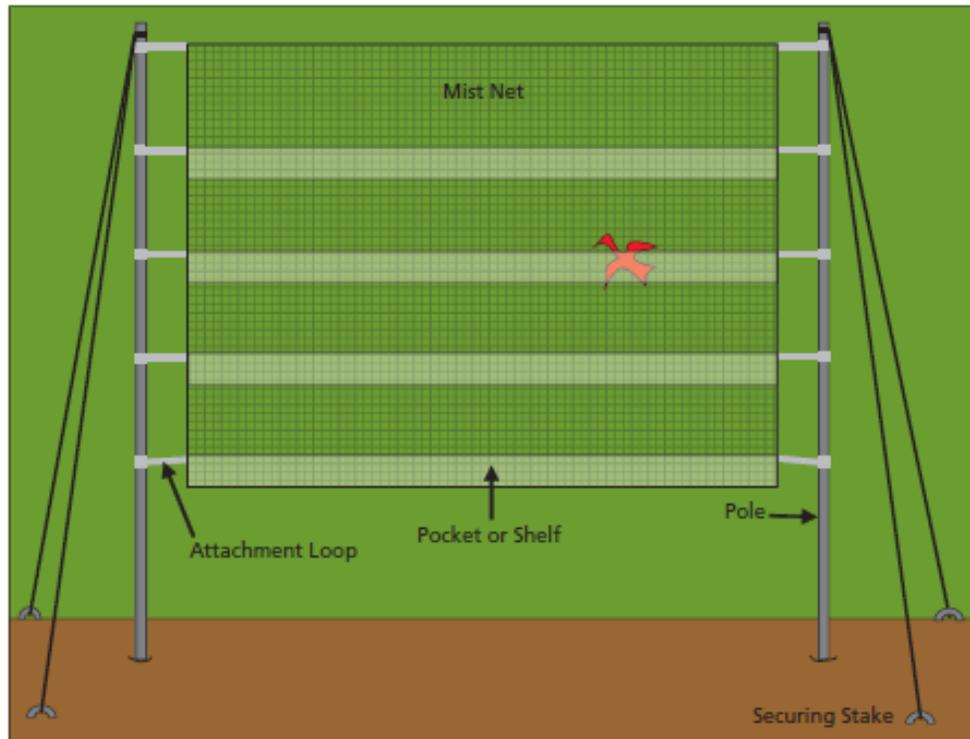


Figura 9 Red de niebla.

### ***Índice de éxito para la captura y marcaje***

Para este tipo de eventos en donde los éxitos de captura y de sobrevivencia dependen de circunstancias multifactoriales, el grado de éxito en la captura es del 50% de intentos de ahí que se estima un esfuerzo de captura acorde con dichas probabilidades de éxito.

Adicionalmente en cuanto al marcaje, nos comprometemos como parte de los objetivos la colocación de hasta 45 dispositivos en igual número de individuos, de acuerdo con las proporciones previamente señaladas. Garantizando que al momento de la "liberación" de individuos marcados, se cuente con todos los datos biométricos necesarios del individuo, así como la verificación del adecuado funcionamiento del "rastreador" proporcionado por el contratante.

### ***Consideraciones importantes para las actividades de captura y colocación de GPS***

Existe cierta problemática e imprevistos que se deben considerar dentro del desarrollo del proyecto de conteo de aves en los humedales del Valle de México en su fase de captura y colocación de los equipos de telemetría. Durante la mayor parte de los proyectos que implican el manejo de ejemplares de fauna silvestre, siempre se deben tomar en cuenta los imponderables que se pueden presentar durante y en el desarrollo de las actividades del trabajo, sean de carácter administrativo, técnico o en campo. Por lo anteriormente expuesto, se refiere la siguiente información con la finalidad de tener

un plan alternativo para tratar de evitar en la medida de lo posible que se presenten y en dado caso de ser así subsanarlos para poder alcanzar los objetivos planteados.

### **Administrativos**

Considerando que el estudio abarca además del conteo de especies de aves acuáticas, la captura y colocación de transmisores GPS y se debe realizar manipulación de las mismas, implica una serie de permisos para llevar a cabo las actividades propias. Por lo mismo, se considera que puede haber algunos inconvenientes en obtener dichos permisos ante alguna(s) instancia(s) federal(es).

Las Dependencias gubernamentales donde se deben obtener los permisos para ello son la CONAGUA, Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) (en caso del uso de pólvora para las redes de cañón), Dirección General de Vida Silvestre (DGVIS) para la captura y liberación de ejemplares, además de ser necesario muestras estomacales para su análisis, sería solicitar la colecta de organismos completos.

Asimismo, se debe considerar acudir a los distintos Municipios donde se localizan algunos de los cuerpos de agua para dar aviso de las actividades a la instancia correspondiente y evitar los problemas con los habitantes.

### **Climatológicos**

Dado que las condiciones climáticas varían de un año a otro, es necesario considerar que puede haber atrasos en los conteos por lo que se debe contemplar que resultaría si, por las mismas condiciones no se pudiera llevar a cabo el conteo el día establecido, se recorrería al fin de semana o la próxima semana y esto qué tanto afectaría el resultado. Asimismo para los conteos aéreos y la presencia del especialista es importante asignar tiempo adicional en estas situaciones.

### **Técnicos**

En esta etapa, es necesario enfocarse en las actividades de las fases piloto y de captura. Considerando la presencia del especialista, las actividades propias de cada fase y la presencia de las especies a capturar, por las mismas condiciones climáticas e inclusive por cuestiones de comportamiento.

También dentro de este mismo apartado se debe pensar que las capturas y marcaje de los ejemplares, siempre conlleva el riesgo de mortalidad de algunos por causas como el estrés e incluso por estado de salud de los ejemplares capturados.

En algunos casos por cuestiones de clima u obras de las mismas autoridades no es posible acceder a los sitios de trampeo y es necesario considerar las alternativas para subsanar estas situaciones que, aunque no son una amenaza para las poblaciones de aves acuáticas, si pueden modificar los calendarios y la distribución de los ejemplares capturados y marcados para el seguimiento de sus movimientos.

### ***Análisis de abundancia y diversidad de las aves***

La estrategia empleada para el conteo de aves es el de Análisis Integral, enfocada a la integración y análisis de los resultados históricos de Conteo de Aves vinculados a la ZMVM, acumulados por ASA desde 1996, considerando la valoración de los sitios de estudio respecto de su potencial como hábitat de aves, buscando una interpretación funcional del conjunto de Cuerpos de Agua del Valle de México, respecto de la avifauna.

Los datos a recabar tanto en los conteos de tierra como los conteos por aire son esencialmente valores de abundancia y diversidad por especie y riqueza, empleando el uso de guías de identificación de aves así como las fichas técnicas por especies que han sido elaboradas con anterioridad.

Los datos recopilados, tanto de los muestreos terrestres como de los aéreos, se integran a una base de datos que ha sido estandarizada, considerando el método de agrupamiento de especies ya señalado y autorizada por ASA.

Una vez completada la base de datos, se procederá a su análisis empleando técnicas estadísticas desde las más sencillas para el cálculo y comparación de diversidad y abundancia de las especies en cada cuerpo de agua, hasta técnicas más complejas que permitan desarrollar una comparación de hábitat, así como exponer las diferencias y similitudes respecto de la distribución histórica de las aves en los cuerpos de agua de la ZMVM.

### **V.3 Monitoreo biológico de humedales**

Respecto al método de trabajo para la realización de las actividades correspondientes al componente de monitoreo biológico, éste estará basado en lo que establece la Convención sobre los Humedales (Ramsar, 2010a y b) en el "Marco integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales (Resolución IX.1 Anexo E)" y en lo establecido como eje metodológico basado en la Evaluación Ecológica Rápida (EER), la cual ha sido desarrollada por The Nature Conservancy (TNC, 2002), que integra múltiples niveles de información desde imágenes de satélite, sobrevuelos, así como evaluaciones y verificaciones de campo con lo que se producen mapas temáticos e informes sobre componentes físicos y biológicos, que permiten la toma de decisiones y plantear alternativas sobre el uso y conservación de los recursos naturales en las áreas de estudio, teniendo como objetivo principal y final, validar información de estudios previamente realizados, aglutinar, completar y sistematizar la información biofísica existente, para la formulación de un Programa de Monitoreo de corto y mediano plazo.

Las principales actividades que se realizaron para conocer la estructura y función del humedal así como las actividades humanas que lo afectan y que determinan su "estado de salud" son.

- Desarrollo y definición del monitoreo biológico (protocolos)

Mediante la búsqueda y revisión de la bibliografía especializada, así como la experiencia de los profesionistas que forman el equipo de trabajo, se diseñaron y elaboraron los protocolos de trabajo a desarrollar para definir y medir los parámetros que conforman el monitoreo, tanto en su componente abiótico (parámetros físicos y químicos, entre otros) así como bióticos.

➤ Trabajo de Gabinete

Se realizó la búsqueda de datos previos que han caracterizado a cada uno de los humedales incluidos en este estudio en sus aspectos básicos, de tal manera que se puedan comparar las condiciones de cambio actuales con las originalmente obtenidas en muestreos base, inventarios o evaluaciones. Por otra parte, se realizó la revisión y recopilación de la información digitalizada existente (mapas y coberturas digitalizadas).

Derivado de este proceso, se alimentará una base (acervo) bibliográfica, una base de datos relacional y un Sistema de Información Geográfica.

➤ Diseño de formatos para la toma de datos

Con base en el método desarrollado para este estudio y la experiencia de los integrantes del equipo de trabajo, se elaboraron los formatos que serán utilizados para la colecta de datos, tanto en gabinete como en campo.

➤ La caracterización de cada humedal

La caracterización biológica se realizó con base en un análisis integral que tiene como plataforma la elaboración del mapa de vegetación de cada embalse, la descripción de la composición de las comunidades vegetales y el análisis del uso y distribución de las comunidades vegetales respecto a las especies de aves predominantes en el embalse. El análisis se realiza mediante la toma de los siguientes datos espaciales:

√ ubicación de puntos de muestreo

La información de tipo primaria se obtuvo a través de las distintas verificaciones realizadas en el campo por medio de recorridos y verificaciones puntuales a los sitios definidos, tomando como base los puntos de conteo de la ornitofauna. Esta ubicación permite comparar y validar sistemáticamente la información existente y complementarla con la que se recopila en campo.

Las incursiones a los sitios se realizan por vía terrestre en vehículos, y cuando se considere necesario en lanchas; así mismo se apoyarán para la verificación de humedales los sobrevuelos que se realizarán durante el conteo de las aves acuáticas en los meses de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

Por otra parte, mediante el uso de técnicas de análisis cartográfico y descripción del paisaje *in situ*, se identificarán y analizarán los siguientes aspectos:

- √ forma del humedal
- √ características de las orillas
- √ pendiente
- √ sedimentación
- √ color del agua
- √ estructura del microhábitat tales como ondulaciones, etc.)
- √ evidencia de perturbaciones como la erosión
- √ uso de la tierra dentro y alrededor del humedal

- √ actividades productivas directas e indirectas (pesca, turismo, etc.)
- √ especies de la flora y fauna
- √ profundidad del agua
- √ régimen hidrológico

El régimen hidrológico, será definido y caracterizado con base a los datos que genera la CONAGUA. Lo anterior debido a que en la mayoría de los cuerpos de agua sujetos de estudio, son manejados en sus entradas y salidas de agua por la CONAGUA, por lo que su régimen hidrológico no solo depende de las variaciones de caudal natural las cuales se dan a lo largo del tiempo y obedecen a varios factores (cantidad de agua que cae durante o después de las tormentas o el agua que circula bajo tierra -caudal basal- que tarda mucho más en alimentar cuerpo de agua y puede llegar a él días, semanas o meses después de la lluvia que generó la escorrentía). El manejo del agua que hace la CONAGUA tiene entre otros objetivos evitar casos extremos que puedan producir una crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del sitio para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas.

#### **V.4 Caracterización fisicoquímica de los cuerpos de agua**

El agua como elemento básico en la conformación de hábitat de las especies de aves acuáticas migratorias es indiscutible; pero ello es importante conocer cuantitativamente las principales características fisicoquímicas que presentan cada uno de los cuerpos de agua en estudio. La dinámica en los cuerpos de agua a estudiar, en su mayor parte es controlada debido a que forman parte de un sistema de captación, almacenamiento y distribución de los escurrimientos pluviales y de las descargas de agua residual de las áreas urbanas aledañas.

Para realizar la caracterización fisicoquímica del agua que utilizan como hábitat las aves acuáticas migratorias que ocurren en los cuerpos de agua del Valle de México, se considerarán los parámetros indicados en la siguiente tabla, y se tomará en cuenta el origen, movimiento y uso final del agua que contienen.

Los parámetros físico-químicos a analizar serán los siguientes:

Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos.

| <b>PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS</b> |
|----------------------------------|
| 1. Temperatura (agua y ambiente) |
| 2. pH                            |
| 3. Oxígeno disuelto (mg/l)       |
| 4. DBO (mg/l)                    |
| 5. DQO (mg/l)                    |
| 6. Conductividad (µmos/cm)       |
| 7. Turbiedad (NTU)               |
| 8. SST (mg/l)                    |
| 9. SDT (mg/l)                    |
| 10. Cloruros (mg/l)              |
| 11. Sulfatos (mg/l)              |
| 12. Nitratos (mg/l)              |
| 13. Nitritos (mg/l)              |
| 14. Fosfatos (mg/l)              |
| 15. Profundidad                  |

Con base en lo arriba señalado, las acciones comprendidas en este apartado se dividirán en tres fases a saber.

#### Fase 1.- Diseño de los muestreos.

Con base en elementos técnicos sólidos, se diseñará y justificará una estrategia de muestreos en los cuerpos de agua señalados anteriormente. Los muestreos serán estadísticamente representativos, y cada cuerpo de agua donde se realicen los estudios de abundancia y diversidad de aves tendrá su propio plan de monitoreo de acuerdo a sus características. El plan de muestreo final será acordado entre el consultor y personal de ASA, incluyendo las estaciones de muestreo y frecuencia del mismo.

#### Fase 2.- Muestreos de agua.

Para cada humedal, se definirá una serie de puntos de muestreo. El criterio definido para la implementación de la ubicación de los sitios en cada lugar, tomará en cuenta la amplitud del espejo de agua, así como de la morfología de cada sitio y la profundidad mínima para poder obtener las muestras. En todos los casos, además de los parámetros fisicoquímicos indicados en la tabla de arriba, se cuantificará el parámetro de la clorofila.

Habrá un punto de muestreo de plancton (biomasa) el cual corresponderá al punto en el centro de cada uno de los cuerpos de agua, donde las características del agua se mantienen más estables por estar alejado de las orillas. Para el caso de la biomasa se utilizará una red de arrastre y filtro 125 M.

Fase 3.- Informe técnico sobre las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua utilizados por las aves acuáticas migratorias.

Se generará una base de datos sobre los parámetros fisicoquímicos que reflejen algunas características de la calidad del agua que se encuentra en los cuerpos de agua que son utilizados como hábitat por las aves acuáticas migratorias en el Valle de México. Con esta información se generarán los siguientes reportes.

- a) Caracterización. Se estudiará el comportamiento estacional de los parámetros fisicoquímicos del agua en los cuerpos de agua que funcionan como hábitat de las aves acuáticas migratorias, lo cual se espera conduzca a un conocimiento sobre las tendencias en la calidad del agua en esos cuerpos de agua, identificándose, en la medida de lo posible, las principales variables que afectan el comportamiento de los parámetros estudiados.
- b) Se realizará también un análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua, en cada uno de los cuerpos de agua previamente establecidos y que son hábitats de aves acuáticas migratorias. De esta forma se podrá conocer los cuerpos de agua que podrían estar más afectados en la calidad de agua que contienen.
- c) Propuesta de restauración ambiental. Con base en los estudios realizados en los dos incisos previos, y tomando en cuenta el origen, movimiento y uso final del agua que es usada como hábitat por las aves acuáticas, se identificarán y propondrán, una serie de medidas para la mejora de la calidad del agua y elementos ambientales asociados a fin de poder mejorar las condiciones de hábitat para las aves acuáticas, principalmente las migratorias.

La intención es que la información obtenida sea una herramienta que permita ser utilizada para tomar decisiones por las instancias y autoridades correspondientes para que se puedan lograr las mejoras en los cuerpos de agua de interés en relación a la población de aves acuáticas migratorias.

## **V.5 Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Toda la Información que se genere como parte del estudio, se integrará en un Sistema de Información Geográfica (SIG). El SIG será capaz de generar mapas de distribución de las especies o grupos de especies de aves en cada uno de los cuerpos de agua en estudio, así como reportes que impliquen la inclusión de otras formas gráficas de presentar la información contenida.

Para la elaboración de los mapas de vegetación, delimitación de los cuerpos de agua, se empleará la cartografía del INEGI, con cartas topográficas escala 1:50,000 para cada cuerpo de agua; la gestión de información espacial de los datos geográficos será procesada mediante un software para SIG denominado ArcGis versión 10.1 y herramientas de ArcMap, apoyando la cartografía generada con fotografías aéreas georeferenciadas de distintas fechas, así como el uso de cartografía específica generada en estudios previos.

En una ampliación a escala 1:10,000 se delimitarán las diferentes comunidades vegetales y la delimitación máxima del embalse. En dicha delimitación se consideraron aspectos tanto geográficos, fisiográficos, urbanos así como rasgos de infraestructura y

delimitación vial; cuando sea posible por la ocurrencia de microcuencas, se consideró el parteaguas de la microcuenca o valle que lo conforma.

Se señalarán los límites de las coberturas por textura y tonos de la vegetación presente, con lo cual se establecerán las comunidades vegetales y se determinarán los puntos a verificar en campo. En campo se realizan recorridos que permiten verificar, corregir y precisar los rodales de vegetación y con base en esta información se modificaron los límites de cada comunidad vegetal, estableciendo así, los usos de suelo, principalmente de los que cambian respecto a la dinámica poblacional, urbana y económica, así como de la vegetación riverense o acuática que es utilizada por la avifauna dentro del cuerpo de agua.

El cálculo de las dimensiones de cada comunidad vegetal se llevó a cabo con la herramienta de ArcMap v10.1, en donde se señala el mosaico de vegetación presente en cada sitio con límites y dimensiones actuales de cada comunidad vegetal.

## VI. CRONOGRAMA ACTIVIDADES

Las actividades mencionadas en esta propuesta se desarrollarán durante el periodo del 2015 al 2018. En el cronograma de abajo se indica de forma resumida, las actividades que se desarrollarán.

Tabla 3 Acciones de Monitoreo y Conservación de Aves.

| ACTIVIDADES   | AÑO |   |   |   |
|---|-----|---|---|---|
|   | 1   | 2 | 3 | 4 |
| <b>Monitoreo de las poblaciones de aves acuáticas en el Ex-Lago de Texcoco</b>  |     |   |   |   |
| Identificación de las principales especies de aves acuáticas.   |     |   |   |   |
| Identificación de las temporadas críticas para el monitoreo   |     |   |   |   |
| Base de datos de las poblaciones de aves acuáticas que habitan en el Valle de México  |     |   |   |   |
| Conteos de aves acuáticas   |     |   |   |   |
| Movimientos de aves (GPS)   |     |   |   |   |
| <b>Conservación de las especies de aves acuáticas que habitan el Ex-Lago de Texcoco</b>   |     |   |   |   |
| Desarrollar criterios de inclusión como "especie prioritaria" o vulnerable  |     |   |   |   |
| Identificar las especies prioritarias y vulnerables de aves acuáticas que requieran acciones concretas para su conservación en la zona del Ex-Lago de Texcoco |     |   |   |   |
| Identificación de amenazas a las poblaciones de aves acuáticas que habitan el Ex-Lago de Texcoco  |     |   |   |   |
| Desarrollar propuestas de acción para la conservación de especies prioritarias o vulnerables  |     |   |   |   |
| Propuesta de programas de cooperación   |     |   |   |   |
| <b>Conservación de los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco como hábitat prioritario de aves acuáticas</b>  |     |   |   |   |
| Acciones de prevención  |     |   |   |   |
| Acciones de respuesta   |     |   |   |   |
| Acciones de restauración  |     |   |   |   |
| <b>Monitoreo biológico de humedales</b>   |     |   |   |   |
| Caracterización biológica   |     |   |   |   |
| Caracterización fisicoquímica   |     |   |   |   |
| <b>Entrega de Informes</b>  |     |   |   |   |

## VII. PROPUESTA ECONÓMICA

Para la realización de este trabajo, se contempla un presupuesto total de aproximadamente 30 millones de pesos para el periodo de cuatro años.

## VIII. PRODUCTOS A ENTREGAR

- Se elaborarán informes mensuales de las acciones actividades realizadas, el cual se someterá para su evaluación y aprobación. El informe será entregado en archivos electrónicos para Windows, empleando procesador de texto Word, hoja de cálculo Excel y PowerPoint para las presentaciones.
- Al término del monitoreo se elaborará un informe en el que se incluyan todas las actividades anteriormente descritas, así como los resultados obtenidos, en su caso, y las conclusiones y recomendaciones de manejo generadas. El informe final se compondrá al menos, de los siguientes componentes:
  - Monitoreo de las poblaciones de aves acuáticas en el Ex-Lago de Texcoco
  - Conservación de las especies de aves acuáticas que habitan el Ex-Lago de Texcoco.
  - Conservación de los cuerpos de agua del Ex-Lago de Texcoco como hábitat prioritario de aves acuáticas
- El informe será entregado en archivos electrónicos para Windows, empleando procesador de texto Word, hoja de cálculo Excel y PowerPoint para las presentaciones, si se requieren.
- Al término de los trabajos se entregarán todos los archivos generados en formato electrónico e impreso.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

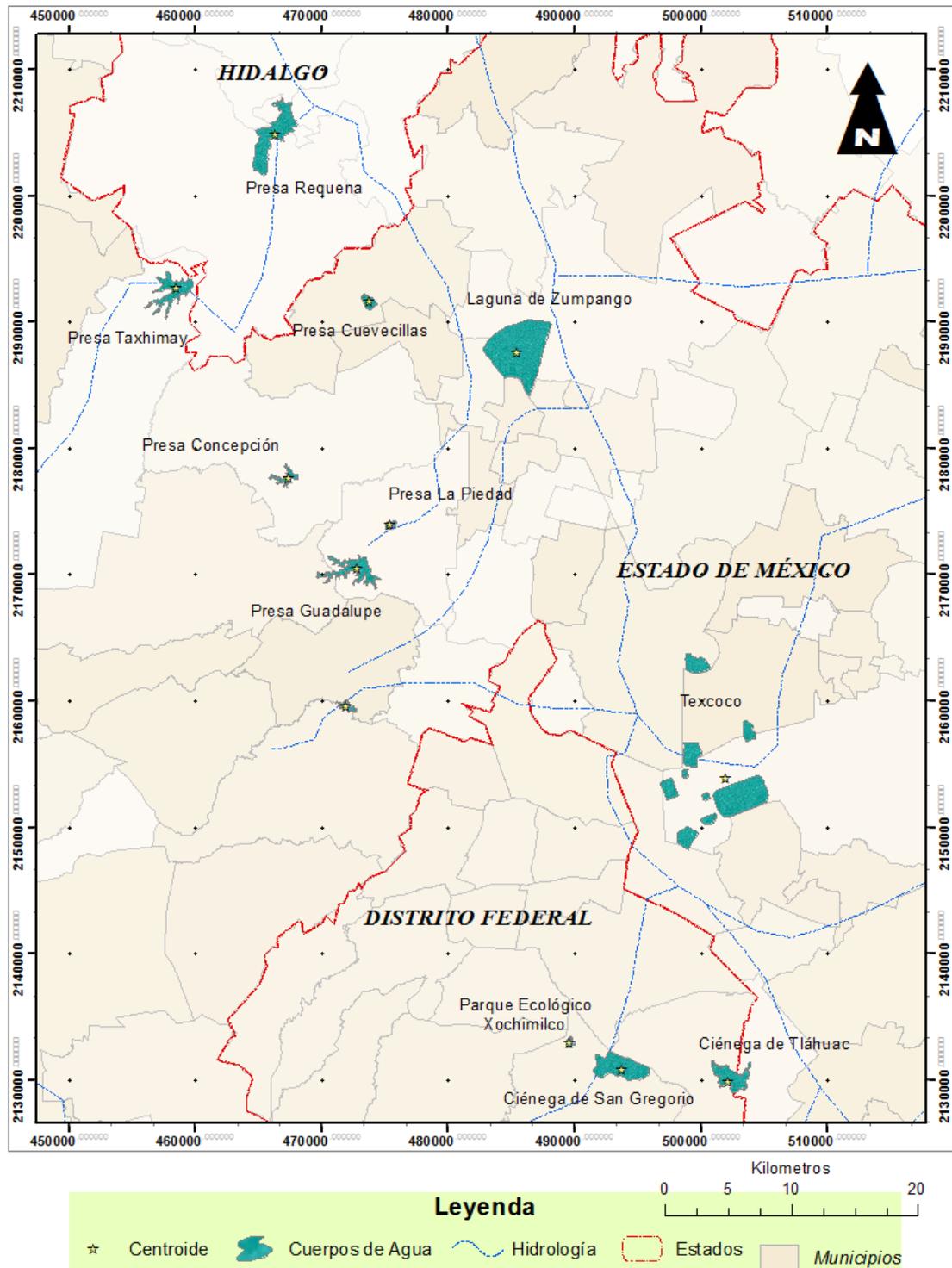
- Alcántara C., J. L. y P. Escalante-Pliego. 2005. Current threats to the Lake Texcoco Globally Important Bird Area. Pp. 1143-1150. In: C.J. Ralph y T.D. Rich. (eds). Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas. Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference, 2002 March 20-24; Asilomar, California, Volume 2. General Technical Report PSW-GTR-191. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, California, EUA.
- Álvarez O. F. 2013. Caracterización de la fauna acuática de la laguna del humedal de San Gregorio Atlapulco Xochimilco y sus posibilidades de repoblamiento. Informe Final de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.
- Amat, J.A. y Garcia, L. 1979. Distribución y fluctuaciones mensuales de aves acuáticas en Andalucía Occidental. Invierno 1977/78. Doñana, Acta Vertebrata, 6(1):77-90.
- Anderson M., Saylor R., Afton A. 1980. A decoy trap for diving ducks. Journal of Wildlife Management. 44(1):217-219.
- Ayala, P.V, N. Arce y R. Carmona. 2013. Distribución espacio-temporal de aves acuáticas invernantes en la Ciénega de Tláhuac, planicie lacustre de Chalco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84(1):327-337.
- Barragán, S. J., E. López-López y K. A. Babb. 2002. Spatial and temporal patterns of a waterfowl community in a reservoir system of the Central Plateau, México. Hydrobiologia 467:123-131.
- Bub, S.D. 1991. Bird trapping and bird banding: a handbook for trapping methods all over the world. Cornell University Press, Ithaca, New York.,USA.
- Chávez, M. T., Huerta, L. A. y Valles, E. 1986. Evaluación ecológica del estado actual de la comunidad de aves acuáticas del ex-lago de Texcoco. Departamento de manejo de Recursos Bióticos. Comisión del lago de Texcoco. SAR.H. México. 10 pp.
- Cleary, E. C., y R. A. Dolbeer. 2012. The Mexico City International Airport Project: Bird and wetland issues related to Ex-Vaso De Texcoco--Special Report # 4 for GDT Ambiental. November 2012
- Mellink, E. y G. de la Riva. 2005. Non-breeding waterbirds at Laguna de Cuyutlán and its associated wetlands, Colima, México. Journal of Field Ornithology 76:158-167.
- Nichols, J. D., 2004. Evolution of quantitative methods for the study and management of avian populations: on the importance of individual contributions. Animal Biodiversity and Conservation, 27.1: 3–19.
- Pérez-Arteaga, A., Gaston, K. J. & Kershaw, M. (2002). Population trends and priority conservation sites for Mexican Duck *Anas diazi*. Bird Conservation International 12:35–52
- Prater, A.J. 1979. Trends in accuracy of counting birds. Bird Study, 26:198-200.
- Ramírez, B.P. 2008. Análisis Ecológico y Biogeográfico de la avifauna Lacustre de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 157 pp.
- Ramírez-Bastida, P., A. G. Navarro-Sigüenza y A. T. Peterson. 2008. Aquatic bird distributions in Mexico: designing conservation approaches quantitatively. Biodiversity and Conservation 17:2525-2558.

- Ringelman, James K. 1990. Decoy Traps for Ducks. Waterfowl management handbook. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C.
- Sánchez, S. C.A. 2010. Uso de hábitat y comportamiento de las aves en el humedal del Parque Ecológico Espejo de los Lirios, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
- Sutherland, W.J. (ed.) 1996. Ecological Census Techniques: a handbook. Cambridge University Press.
- Tamisier, A. y Dehorter, O. 1999. Camargue, canards et foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard. Nimes.
- Tellería, J.L. 1986. Manual para el conteo de los Vertebrados Terrestres. Editorial Raíces. Madrid.
- Wilson, R. y H. Ceballos-Lascuráin 1993. The birds of Mexico City. Second Ed. BBC Printing and Graphics Ltd., Burlington, Ontario. 99 p.
- Wilson Malcolm. 2005 A portable duck trap. *Afring News* 34:5-7
- Whitworth Darrel., Newman, S., Mundkur, T., Harris, P. 2007. Wild birds and avian influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques. *FAO Animal Production and Health Manual*, No. 5. Rome.

## Anexo I

Ubicación de los cuerpos de agua donde se realizarán los conteos de aves acuáticas en el Valle de México y sus coordenadas

### Ubicación de los cuerpos de agua donde se realizarán los conteos de aves acuáticas en el Valle de México



Coordenadas geográficas (UTM) de los cuerpos de agua donde se realizarán los conteos de aves acuáticas en el Valle de México

| NOMBRE SITIO   | COORDENADAS UTM WGS84 N14 |         |
|--|---------------------------|---------|
|  | X                         | Y       |
| Ex-Lago de Texcoco                                       | 501991                    | 2153883 |
| Laguna de Zumpango                                       | 485480                    | 2187605 |
| Presa Cuevecillas  | 473799                    | 2191633 |
| Parque Ecológico Xochimilco y<br>Ciénega de San Gregorio | 489633                    | 2132980 |
|  | 493820                    | 2130814 |
| Lago de Guadalupe  | 472833                    | 2170564 |
| Laguna La Piedad   | 475426                    | 2173961 |
| Ciénega de Tláhuac                                       | 502223                    | 2129896 |
| Presa Madín  | 471926                    | 2159571 |
| Presa Taxhimay   | 458548                    | 2192698 |
| Presa La Concepción                                      | 467401                    | 2177709 |
| Presa Requena  | 466373                    | 2204944 |