



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Laboratorio de Ecología de Peces

**“PROSPECCIÓN ECOLÓGICA DE LA LAGUNA DE
SALAZAR, ESTADO DE MÉXICO”**

T E S I S D E I N V E S T I G A C I Ó N

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

PRESENTA:

Oscar Ulises Hernández Gómez

M. en C. Adolfo Cruz Gómez
Director de tesis

Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela
Co-directora de tesis

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edomex. 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



El presente trabajo fue financiado por la UNAM a través de la carrera de Biología de la FES Iztacala, por el Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la DGAPA Proyecto EN203804 y por el Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover Grupos de Investigación (PAPCA) y fue realizado en el Laboratorio de Ecología de Peces a cargo de los profesores: M. en C. Adolfo Cruz Gómez y Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela, institución y laboratorio a los que agradezco su apoyo.

ÍNDICE

Resumen	3
Introducción	5
Objetivos	7
<i>Objetivo General</i>	7
<i>Objetivos Particulares</i>	7
Antecedentes	8
Material y Métodos	12
Revisión Bibliográfica	12
<i>Trabajo de Campo</i>	12
<i>Trabajo de Laboratorio</i>	14
Resultados	15
<i>Cartografía del Valle de Salazar</i>	15
<i>Parámetros Físicos y Químicos de la Laguna de Salazar</i>	23
<i>Identificación y Clasificación de Residuos Sólidos</i>	33
<i>Registro de Vegetación</i>	36
<i>Registro de Aves</i>	43
<i>Riqueza Bentónica</i>	47
<i>Abundancia Relativa</i>	51
Análisis y Discusión	52
Conclusión	65
Propuestas	67
Literatura citada	69

Resumen

Una de las zonas naturales importantes, por su cercanía al Distrito Federal, es el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, ubicado en el Estado de México, donde se encuentra el poblado y la Laguna de Salazar; atractivo turístico donde se realizan actividades recreativas, lo que ha provocado una mayor erosión así como desequilibrios en el ciclo hidrológico, lo que afecta gravemente al ecosistema. En este sentido, la finalidad del presente trabajo fue la de establecer el estado actual de la laguna de Salazar a través de una prospección ecológica durante el periodo de enero a diciembre de 2010, realizando muestreos bimensuales y a través del análisis de diversos factores físicos, químicos, ambientales y biológicos de la zona mediante la utilización de equipo adecuado; de igual manera se hizo la revisión de fotografías aéreas (tomadas en 1978) y de la cartografía, con la cual se obtuvieron los datos climáticos, de vegetación, uso de suelo, sistemas hidrológicos y de vías de comunicación para obtener una perspectiva del cambio que ha tenido la zona de estudio a lo largo de 32 años.

Así mismo, se realizó la identificación y clasificación de desechos sólidos y líquidos mediante recorridos alrededor de la laguna; para obtener la clasificación de vegetación se realizó colecta de organismos; así como, un registro fotográfico para su posterior identificación en la F.E.S. Iztacala. Para la identificación de aves se fijaron cuatros puntos de observación y con ayuda binoculares y catálogos fotográficos se realizó su clasificación. Los resultados muestran que, de todos los parámetros registrados, solo el cromo y los nitritos están fuera de los rangos establecidos por normas ecológicas. Los desechos sólidos encontrados en la zona de estudio fueron clasificados en metálicos, PET, polímeros no PET y vidrio. El registro de vegetación se clasificó en vegetación terrestre y acuática, dentro de la vegetación terrestre se encontró principalmente *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Quercus laurina* y pastizal inducido; mientras en la vegetación acuática predomina tres familias: *Aspiaceae*, *Hydrochartaceae* y *Ceratophyllaceae*. De la observación de aves se obtuvo un registro de 7 especies observadas en la laguna y sus alrededores, siendo las predominantes *Oxyura jamaicensis* y *Plegadis chihi*. Finalmente se realizó el registro de riqueza y abundancia

relativa de organismos bentónicos, encontrado un total de 11 grupos taxonómicos, siendo los anfípodos, anélidos, hemípteros, gasterópodos y bivalvos los más abundantes en el sistema acuático. Después de realizar el análisis fisicoquímico de la laguna, fue posible observar que el cuerpo de agua no se encuentra en un nivel de eutrofización tan crítico como podría esperarse después de lo observado en las visitas hechas a la zona de estudio, y a pesar de que la laguna llega a secarse totalmente en temporada de seca, tiene una recuperación optima en temporada de lluvias. Tomando en cuenta los criterios de De la Lanza para considerar a los organismos bioindicadores de alteraciones en sistemas acuáticos e índices de intolerancia. La laguna de Salazar se encuentra en un estado de contaminación baja, pero en riesgo de elevar un nivel de eutrofización por el uso que se le da. Es aquí donde radica la importancia de realizar estudios de reconocimiento de la vegetación, vertebrados e invertebrados, análisis físico y químico de cuerpos de agua, así como de suelo, identificación de desechos, así como el uso que se les dé a cada uno de los recursos encontrados en la zona; ya que el conjunto de todo este estudio, ayudará para una recuperación de la vegetación y fauna, así como, el mantenimiento óptimo de la zona.

Introducción

El Estado de México es la entidad más poblada del país con 14 007 495 habitantes (INEGI, 2004), razón por la cual hay una creciente demanda de servicios de vivienda, salud, transporte y recreación. Respecto a este último punto, el Estado de México cuenta con 84 áreas naturales protegidas que suman el 45% del territorio estatal, entre las que destacan: El Desierto del Carmen, Bosencheve, las lagunas de Zempoala, los Remedios Netzahualcóyotl, el Nevado de Toluca, Zoquiapan, el Sacromonte, Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa y valle de Salazar), Molino de las Flores, Iztaccihuatl y Popocatepel y la reserva de la biosfera de la Mariposa Monarca, que fue reconocida por la UNESCO como Patrimonio Natural de la Humanidad. (SEMARNAT. 2006).

Sin embargo, en la mayoría de los casos, exceptuando la reserva de las mariposas monarca, el nevado de Toluca, Zempoala y Soquiapan, estas áreas no cuentan con estudios ecológicos que permitan realizar un diagnóstico ambiental o un estudio ecológico que muestren que las zonas no han sido alteradas por la actividad humana o cualquier otra actividad que pongan en riesgo su conservación y en su caso restauración y protección.

Una de las zonas naturales importantes, por su cercanía al Distrito Federal, es el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, ubicado en los municipios de Ocoyoacac, Huixquilucan y Lerma de Villada, en el Estado de México y Cuajimalpa en el Distrito Federal. (Vargas, 1997). Dentro de este Parque Nacional, se encuentra la comunidad de Salazar con 1149 habitantes (INEGI, 2010) a la que pertenece la Laguna de Salazar, atractivo turístico donde se realizan actividades recreativas como campamentos, excursionismo, pesca deportiva, entre otros. (Vargas, 1997).

La actividad turística que se ha llevado en La Marquesa se nota sin un esquema de planeación integral que involucre a todos los elementos que conforman esta (recursos naturales, humanos y económicos). Debido a su crecimiento, principalmente en el

servicio de alimentos, bebidas y la constante creación de áreas o pistas de motos, ha modificado el uso del suelo lo cual ha provocado una mayor erosión, así como desequilibrios en el ciclo hidrológico lo que afecta gravemente al ecosistema. Además de lo anterior, la práctica de la ganadería, tala de algunas zonas, los incendios forestales, la cacería, las plagas y la falta de vigilancia han perturbado la zona lo cual, como es natural, repercute en el equilibrio del ecosistema.

Otro de los problemas que afronta la laguna de Salazar, es pertenecer a tres municipios: Ocoyoacac, Lerma y Huixquilucan lo que no permite, de acuerdo a los lugareños, establecer normas que permitan un adecuado uso de suelo y de los recursos de la zona por parte de alguno de estos municipios. Por ello es necesaria la realización de estudios ecológicos que permitan, a mediano plazo, un diagnóstico ambiental de la zona.

La realización de un diagnóstico ambiental ofrecería: el conocimiento del estado ambiental de territorio municipal a partir del cual podemos definir una correcta política ambiental que haga posible el desarrollo sostenible de los recursos, la identificación de aquellas incidencias ambientales que afectan a la Entidad Local, con el objetivo de subsanarlas, conocer el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable, proporcionar a la Entidad Local un punto de arranque para la ejecución y establecimiento de actuaciones ambientales en el territorio (proyectos, estudios, organización interna) y facilitar la puesta en marcha de los sistemas de participación ciudadana y marcar el punto de partida para el desarrollo y la aplicación de la Agenda 21 Local (*SEMARNAT, 1997*).

Por otro lado, si bien, se llevan a cabo acciones como la reforestación en zonas del bosque para contribuir a su conservación, estas son acciones aisladas y no forman parte de un proyecto de desarrollo sustentable incluyendo el turístico.

Por lo tanto, el desarrollo turístico sustentable en Salazar debe presentarse como una alternativa viable para que esta actividad subsista sin exceder los límites del equilibrio ecológico a través de la utilización de los recursos naturales y culturales de forma

racional. En este sentido, es necesario tomar medidas que involucren, tanto al sector político como al económico y a la población misma, y que estas medidas conlleven a una educación ambiental y a una toma de conciencia, tanto de los pobladores de la zona como a de los mismos visitantes del significado de un Parque Nacional como lo es este parque “Miguel Hidalgo y Costilla” mejor conocido como Valle de Salazar y la Marquesa, ya que, si se llega a exceder el consumo de estos recursos naturales, fuente básica del turismo del lugar, el entorno se deterioraría y finalmente el turismo perdería interés en la zona. Razón por la cual en el presente trabajo se propuso la realización de un estudio que contemplara en primera instancia el reconocimiento de la zona bajo el siguiente objetivo.

Objetivos

Objetivo General

- Realizar una prospección ecológica de la Laguna de Salazar, Toluca, Estado de México con la finalidad de establecer su estado actual.

Objetivos Particulares

- Realizar una descripción cartográfica del Valle de Salazar.
- Analizar los parámetros físicos-químicos de la laguna de Salazar que se registraron durante el periodo enero-noviembre del 2010
- Determinación los grupos existentes en el bentos y necton de la laguna de Salazar colectados durante este periodo
- Realizar un registro de las aves de la laguna.
- Realizar un registro de la vegetación tanto de la laguna como de las áreas adyacentes.
- Realización de encuestas para conocer la fauna que puedan reportar por los lugareños así como la problemática del lugar

- Identificar y clasificar los residuos orgánicos e inorgánicos del área de estudio.
- Análisis del estado actual del sistema

Antecedentes

El gobierno del Estado de México en el 2000 realizó un diagnóstico ambiental en el cual se hace una descripción sobre la situación que guardan los sectores ambientales: agua, aire, suelo y recursos bióticos; señalando de manera escueta las acciones que la Secretaría de Ecología, en coordinación con organismos federales y municipales han realizado, para mitigar los impactos ambientales identificados en cada sector ambiental en las zonas metropolitanas del Estado de México, una de ellas se localiza en el valle de México, y la otra en el valle de Toluca, donde se asienta la capital del estado.

Méndez (2001) realizó un estudio de la ictiofauna del Estado de México, sobre la importancia de las especies endémicas y nativas de la zona y que se encuentran en peligro de extinción, realizando además un listado del panorama de conservación de los peces.

Zavaleta (2002) realizó un diagnóstico ambiental del Estado de México a través de indicadores ambientales de desempeño y regionalización por cuencas hidrológicas. El objetivo fue proporcionar un panorama claro de las dimensiones de los problemas ambientales que se enfrentan en el estado, las causas que los originan y como combatirlos. Abordo variables socioeconómicas, así como factores ambientales. Integrando la información y organizándola por regiones hidrográficas.

Navarro y col. (2004) realizaron un estudio, análisis y propuesta para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la cuenca Lerma-Chápala. En el cual se describen los aspectos generales de la cuenca (clima, orografía, hidrología, tipos de vegetación, población económicamente activa y actividades económicas).

El gobierno del Estado de México en 2005 realizó, por medio de un diagnóstico ambiental, un plan regional de desarrollo urbano del valle de Toluca. Su estudio abarcó 22 municipios metropolitanos que conforman la región del valle de Toluca, en cual propusieron una nueva estructura urbana regional, estableciendo objetivos, políticas y estrategias específicas, también se definieron obras y acciones de alcance regional. De acuerdo al diagnóstico, la región del Valle de Toluca, presenta problemas de capacidad en su infraestructura hidráulica, sanitaria y energética derivados de limitaciones para su abasto futuro, así mismo, la falta de integración de sistemas que permiten drenajes interconectados y un bajo aprovechamiento de la capacidad de tratamiento de aguas residuales.

En julio de 2006, Rosas-Pérez y Ruiz-Suárez llevaron a cabo un estudio sobre la Calidad del Aire y su relación Ciudad-Bosque en la Cuenca Atmosférica del Valle de México, en la localidad del Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla.

La Secretaría de Medio Ambiente en 2007 realizó un estudio sobre la situación de flora y fauna del Estado de México con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2001, teniendo como objetivo dar una reseña de la biodiversidad del Estado de México, obteniendo como resultado un listado de las especies endémicas existentes en el mismo.

En el 2007 el gobierno del Estado de México realizó un diagnóstico ambiental por regiones hidrográficas el cual consta de siete capítulos. El primero denominado "Aspectos del medio natural"; el cual hace una descripción de la zona de estudio en cuanto a su ubicación, climatología, hidrología, orografía, geología, edafología y biodiversidad; el segundo capítulo describe los aspectos socioeconómicos en el cual describe el crecimiento poblacional, actividad productiva y uso de suelo. Del tercer al sexto capítulo hacen referencia a los recursos de agua, suelo, aire y recursos forestales, dando una aproximación del conocimiento sobre la situación de la problemática ambiental de las tres regiones hidrográficas (río Panuco, río Lerma y río Balsas). En el último capítulo se abordó el tema de cambio climático y sus implicaciones en la entidad.

González (2009) realizó un estudio de impacto ambiental, el proyecto consistió en la construcción de un puente en el cruce de la carretera federal México-Toluca, en el entronque con la carretera Huixquilucan-Santiago Tianguistenco, el objetivo fue disminuir el número de accidentes que se tienen en el cruce y a la vez impulsar el desarrollo sustentable de la región; así mismo realizó una descripción del sistema ambiental regional el señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región, la caracterización de flora y fauna del lugar, así como la identificación de las especies que encuentran señaladas como amenazadas o en peligro de extinción según como la NOM-059.

Finalmente, Cruz y Rodríguez (2012) reportan un estudio ecológico de la laguna de Salazar haciendo énfasis en la contaminación de la zona y Rodríguez y col. (2012), reportan un estudio sobre la fecundidad de *G. multiradiatus* en el mismo sistema.

Área de estudio

El Estado de México se localiza en la parte central de la República Mexicana, entre los 18° 22' y 20° 17' de latitud norte y 98° 36' y 100° 37' de longitud oeste. Colinda con los estados de Michoacán, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Guerrero, Querétaro y el Distrito Federal.

La laguna de Salazar se localiza en el estado de México, en el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, al Este de la capital del Estado de México, Toluca, y pertenece a los Municipios de Lerma, Ocoyoacac y Huixquilucan en el Estado de México. El poblado de Salazar tiene una superficie de 60 hectáreas (SEDUR, 2010). El valle de Salazar se localiza geográficamente entre las coordenadas 99°19'40" y 99°23'35" de longitud Oeste y entre los paralelos de 19°15'20" y 19°19'20" de latitud Norte. El clima es templado con una temperatura entre 12 °C y 18 °C y se ubica en el grupo Templado-Subhúmedo C (w2) (w), (Arriaga et al., 1997). La precipitación media anual es mayor a 800 mm (INEGI, 2010) (Figura 1).

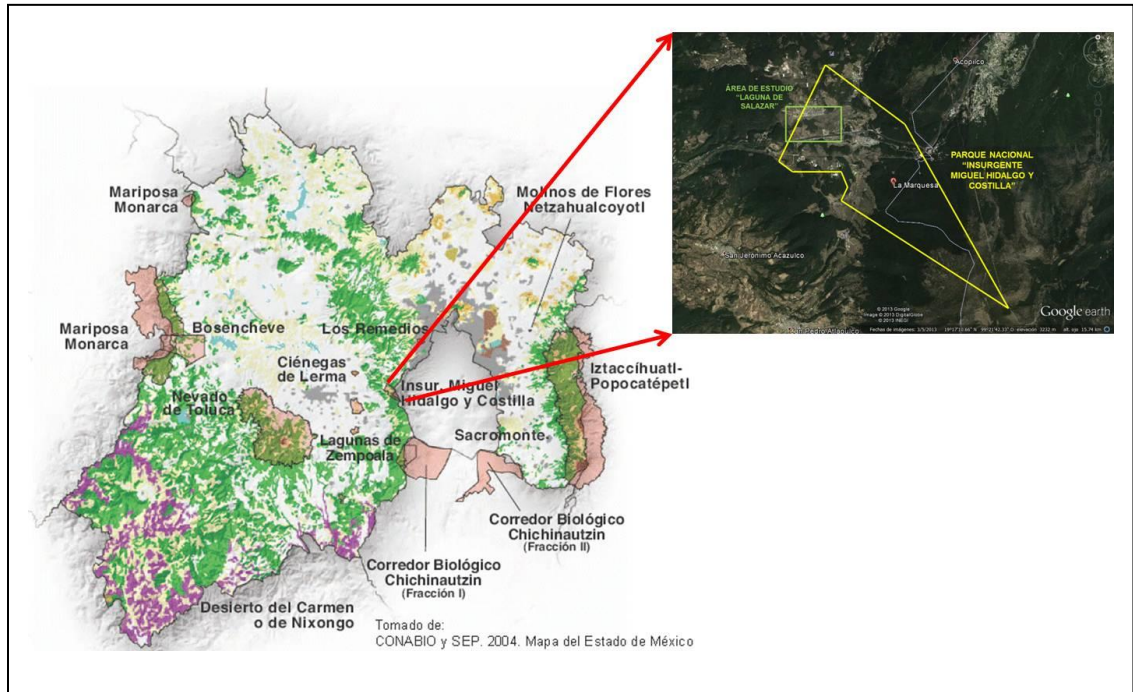


Figura 1. Área de estudio, laguna y poblado de Salazar.

Material y Métodos

Se analizaron los datos correspondientes a un ciclo anual de muestreo, de enero a diciembre del 2010 que contempló los siguientes puntos:

Revisión Bibliográfica

Se realizó una investigación bibliográfica y una descripción cartográfica acerca del área de estudio y sus alrededores para realizar una descripción del antes y del después de acuerdo a las fechas (1978 y 2010) de las cartas a utilizar. De igual manera, se revisó la bibliografía existente para registrar las especies tanto animales como vegetales reportadas anteriormente (libros, artículos, tesis y cartografía) y se realizaron encuestas entre los pobladores para complementar la lista y compararlas con las reportadas en la revisión.

Trabajo de Campo

Se revisaron los muestreos realizados bimestralmente de enero a diciembre del 2010, en dos puntos de muestreo seleccionados de acuerdo al tamaño y características de la laguna, además de cuatro puntos de observación para las aves (Figura 2).

Parámetros Atmosféricos

La posición y altitud del sitio con un geoposicionador marca Garmin; Presión atmosférica, humedad relativa, velocidad del viento y temperatura con una estación meteorológica portátil marca Kestrel.

Parámetros fisicoquímicos de la laguna

En la laguna se registraron: Profundidad (cm) con una sonda portátil Hondex, transparencia (cm) con disco de Secchi LaMotte. pH con un potenciómetro portátil Oakton, temperatura (°C) y conductividad (μoms) con conductímetro. YSI 30. Adicionalmente, se tomaron muestras de agua para el análisis químico mediante el uso de un laboratorio portátil SMART Water Analysis Laboratory, marca LaMott.



Figura 2. Estaciones de muestreo en la laguna de Salazar.

Muestras biológicas de la laguna

Para las muestras biológicas, tanto del necton como del bentos, en cada una de las estaciones se utilizó una red de cuchara de 2 mm de abertura de malla y 0.25 m² de abertura de boca marca WaterMark. Para el bentos, se realizó un arrastre de un metro de longitud, en tanto que para el necton se realizaron quince arrastres de dos metros de longitud en cada zona de muestreo. El material fue fijado en formol al 10% para su traslado al laboratorio de Ecología de Peces en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala para su análisis.

Como medida de protección, para trabajar en la laguna, se utilizaron trajes de neopreno marca Pro-Line para la toma de los parámetros previamente mencionados.

Registro de la vegetación adyacente y aves

Para el registro de la vegetación, se realizaron recorridos por la zona de muestreo realizando toma fotográfica y toma de muestras para su identificación. Para el registro de las aves se realizaron observaciones de los organismos con binoculares y toma fotográfica estableciendo cuatro puntos de observación, donde también se realizó el registro de la vegetación circundante (Figura 2).

La identificación de las aves se realizó con la asesoría del personal del Vivario y para la vegetación con la asesoría del personal del Herbario, ambos, Centros de Apoyo de la FES Iztacala.

Trabajo de Laboratorio

Las muestras del bentos y necton se separaron, y posteriormente se determinaron los organismos hasta el nivel taxonómico de grandes grupos. La determinación de los grupos se realizó mediante las claves de Smith (2001), Chu (1949), Needham & Needham (1978), Merrit & Cummins (1996) y Thorp & Covich (2001).

Las muestras de los invertebrados bentónicos sirvieron para establecer los criterios de calidad del agua de acuerdo a De la Lanza (2000), quien explica que los organismos pueden ser grandes indicadores sobre el estado de alteración de algún sistema.

Los datos obtenidos mediante el registro de parámetros fisicoquímicos fueron procesados en programa de Excel versión 2010.

Finalmente, con los datos obtenidos, se realizó el análisis de la zona para establecer su estado actual.

Resultados

Descripción Cartográfica del Valle de Salazar

La laguna de Salazar se ubica dentro del parque nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, mejor conocido como “la marquesa” se localiza al este de la capital del estado de México, Toluca, y pertenece a los municipios de Ocoyoacac, Huixquilucan y Lerma de Villada, en el estado de México y Cuajimalpa, Distrito Federal. Se localiza geográficamente entre los meridianos de coordenadas $99^{\circ} 19' 40''$ y $99^{\circ} 23' 31''$ de longitud oeste y entre los paralelos de $19^{\circ} 15' 20''$ y $19^{\circ} 19' 20''$ de latitud norte. Cartográficamente, el parque se sitúa en la carta topográfica a escala 1:50 000; denominada Toluca E14-A58, editadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (Vargas, 1996). Sus principales planicies de este corredor son conocidas con los peculiares nombres de “Valle del Silencio”, “Valle de las Monjas”, “Valle de la Amistad”, Valle del Conejo”, “Valle de Salazar” y dentro de este último se encuentra la laguna de Salazar del Valle Salazar que colinda con los municipios de Ocoyoacac (longitud norte $19^{\circ} 12' 18''$, al paralelo $19^{\circ} 18' 35''$. Longitud oeste del Meridiano de Greenwich: del Meridiano $99^{\circ} 19' 06''$, al meridiano $99^{\circ} 31' 15''$), Huixquilucan ($19^{\circ} 26' 27''$ latitud norte y $99^{\circ} 14' 10''$ y $99^{\circ} 24' 15''$ longitud oeste) y Lerma ($18^{\circ} 17' 49''$ latitud norte y a los $99^{\circ} 31' 20''$ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich), sobre la carretera México Toluca y se ubica en las siguientes coordenadas registradas por GPS: *Longitud: $99^{\circ} 23' 20''$ Latitud: $19^{\circ} 18' 26''$* y a una mediana altura de 3000 metros sobre el nivel del mar (Vargas. 1984). La provincia fisiográfica a la cual pertenece el parque es el sistema neovolcánico transmexicano, enclavado en la Sierra de las Cruces, presenta un rango altitudinal que va de los 3,000 a los 3,800 metros sobre el nivel del mar.

El clima que presenta la zona es templado, con verano fresco, temperatura media anual entre 12 y 18°C ; semifrío, con verano fresco, temperatura media anual entre 5 y 18°C ; Su clima consultando la cartografía del Estado de México (INEGI) se ubica en el grupo de templado-subhúmedo C (w2) (w). La precipitación media anual es mayor a 800 mm y la temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C (INE

Gl. 2010). En el caso particular de la zona de estudio, el clima es C (b') semifrío con verano fresco largo y lluvias en verano (Figura 3).

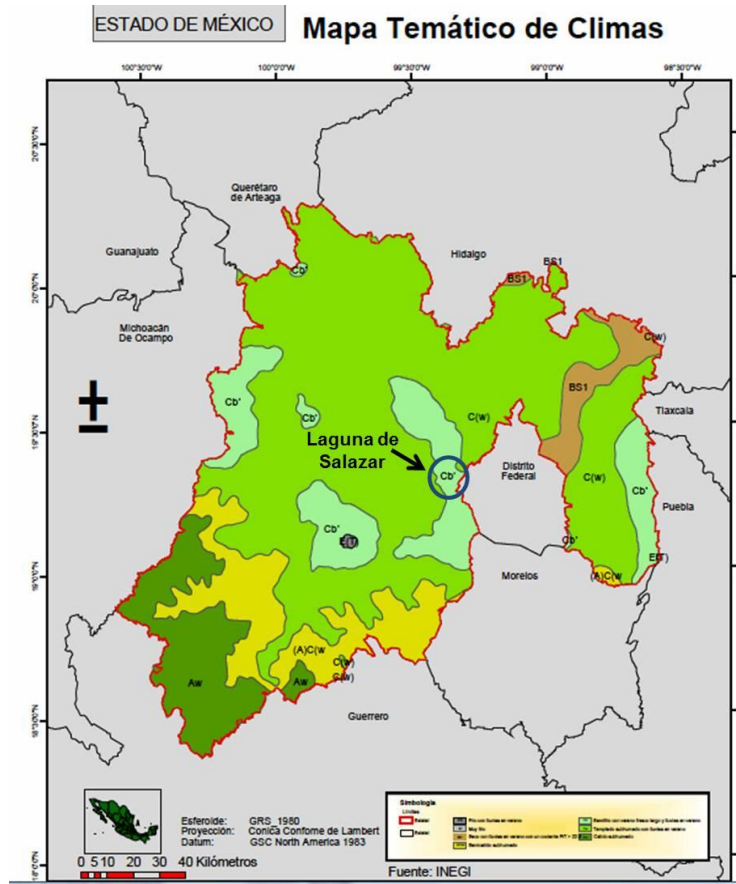


Figura 3. Mapa climático del Estado de México y clima del área de estudio.

La vegetación del parque está compuesta por: llanos naturales, bosques de oyamel, bosque de latifoliadas, zonas reforestadas y bosque de pino. Con bosque de oyamel y pino en una extensión de 457 ha (23.67%). (Vargas. 1996). Su vegetación presenta un bosque de Abies y Oyamel, zonas de pastizales y arbustos anuales. (Figura 4).

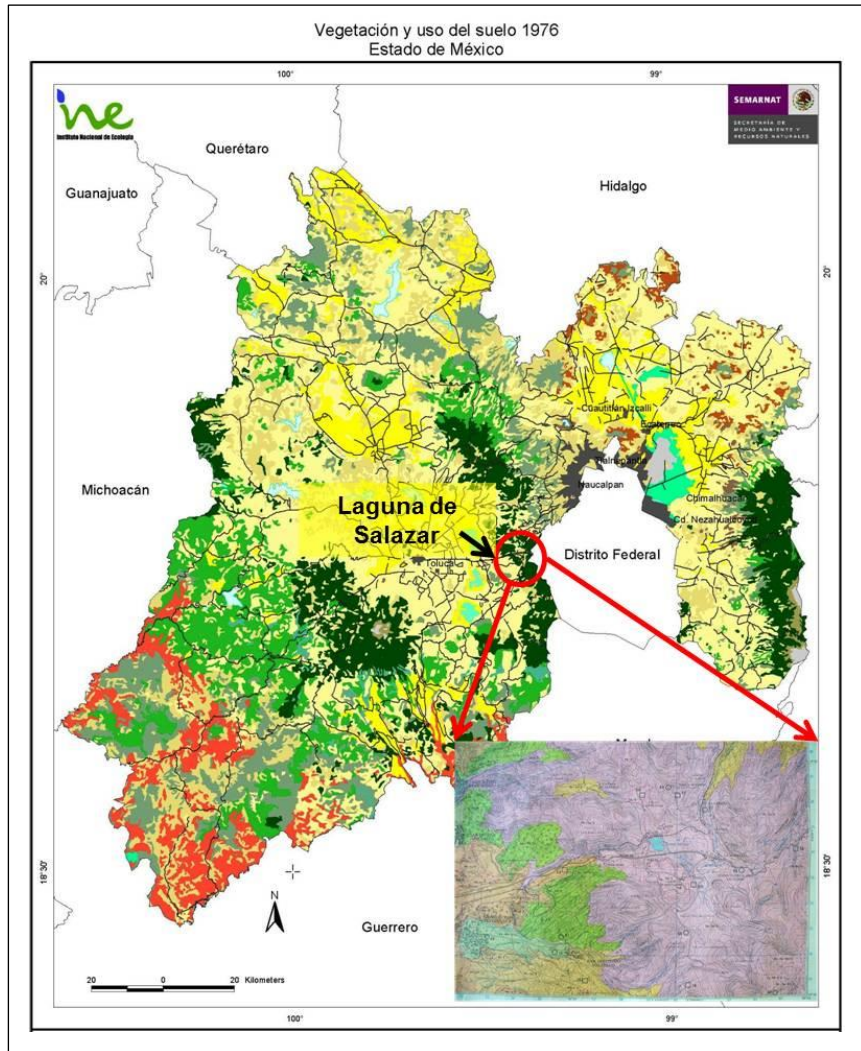


Figura 4. Mapa Temático de vegetación y uso de suelo en el Estado de México y en particular, el área de Salazar.

Las condiciones geológicas, topográficas y climáticas del Estado de México propician una gran variedad de suelos, de los 28 grupos edáficos que fueron establecidos en el mapa mundial de la FAO-UNESCO (1988), es posible encontrar 13 de estos en el Estado de México, siendo el andosol el más predominante en la zona de estudio. Los andosoles son suelos que se han formado a partir de ceniza volcánica; su textura es muy suelta por lo que tienen una gran susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica; haciendo poco redituable su uso en la ganadería y agricultura, pese a esto es posible observar pequeñas áreas dedicadas a estas actividades, las cuales afectan en la composición del suelo.

La textura en general es clasificada como media, fase lítica, lechos rocoso entre 10-50 cm., ocupa el 12.97% del total de los suelos líticos del estado y pertenece a la hidrología superficial y subterránea localizada en la región hidrológica (RH) número 26 conocida como “Pánuco”, en la cuenca D “Río Moctezuma”, subcuenca P “Lago Texcoco-Zumpango”.

La región está formada por tres tipos de estructuras principales, compuestas por rocas ígneas, andesíticas principalmente. Se observan una serie de conos volcánicos formados por basalto de olivino y augita, por último se ven en las partes bajas de la zona un conjunto heterogéneo de rocas, la mayor parte de ellas deleznales y blandas, formadas por tobas no consolidadas o semiconsolidadas y por el material de depósito causado por la erosión de las partes altas. En el área de la laguna el suelo es andosol húmico, (Th) caracterizado por tener una potencia considerable pero con una cantidad de nutrientes pobre (INEGI) (Figuras 4 y 5).

El uso de suelo (FVM con base en CETENAL 1975) en el parque está distribuido en las categorías siguientes: bosque de coníferas con 1000 hectáreas (69.62%). Pastizal inducido con 300 hectáreas (18.98%). Agricultura de temporal 108 hectáreas (6.83%). Vegetación secundaria de matorral inerme 25 hectáreas (1.58%). Erosión hídrica fuerte-pastizal inducido 21.25 hectáreas (79%). Asentamientos humanos 13.25 hectáreas (.34%). Los suelos son buenos para la producción agrícola y de pastizales, sin embargo, las condiciones climáticas hacen que los productos agrícolas sean

restringidos. El subsistema Biológico. El grado de conservación que se ha generado sobre el subsistema biótico (flora y fauna), se reporta como negativo por las actividades antropogénicas y desplazamiento de fauna nativa directamente por el poblado y la zona turística de La Marquesa (UAEMEX, 2008) (Spaces, 2006) (SARH, 1993).

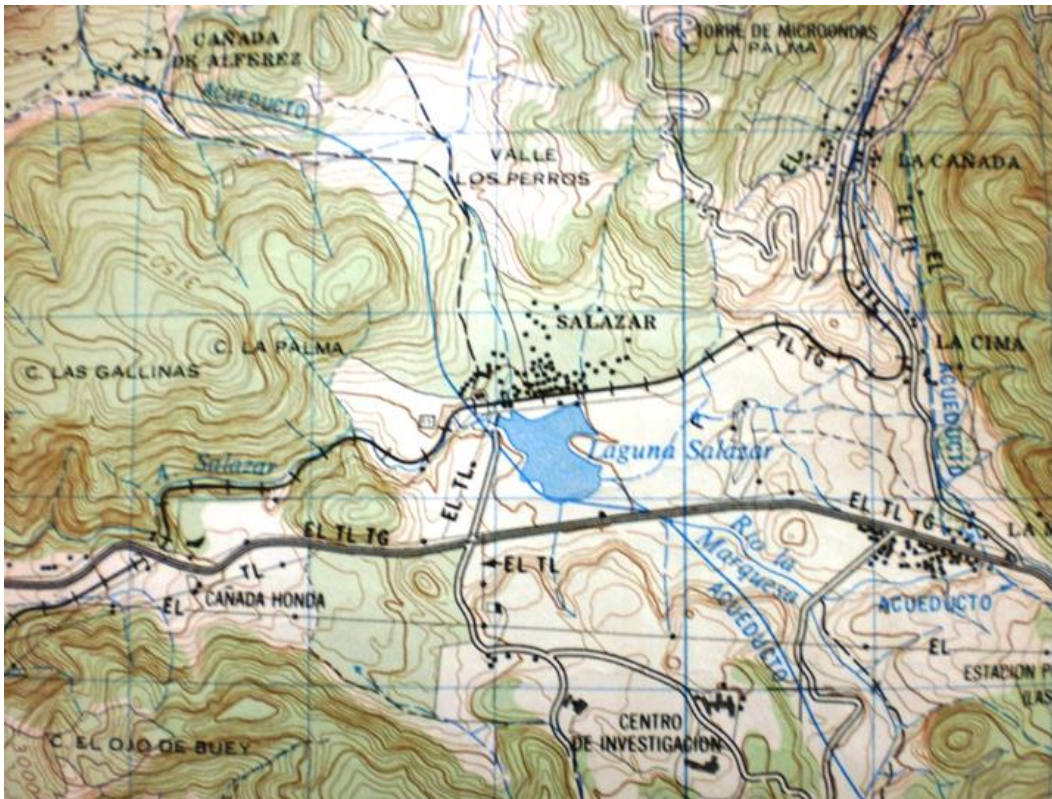


Figura 5. Uso de suelo.

La calidad de las aguas superficiales (UAEMEX, 2008) (Spaces, 2006) representados por arroyos intermitentes es de buena a regular, ya que las aguas domésticas van a los ríos y los contaminan, sin embargo, en época de lluvia bajan de las partes altas con una buena calidad, sin embargo, una mala disposición de aguas residuales por donde pasa antes de desembocar, hace que estas aguas lleguen con un alto grado de contaminación, contribuyendo a la eutrofización de los cuerpos aguas (laguna de Salazar) (Figura 6).

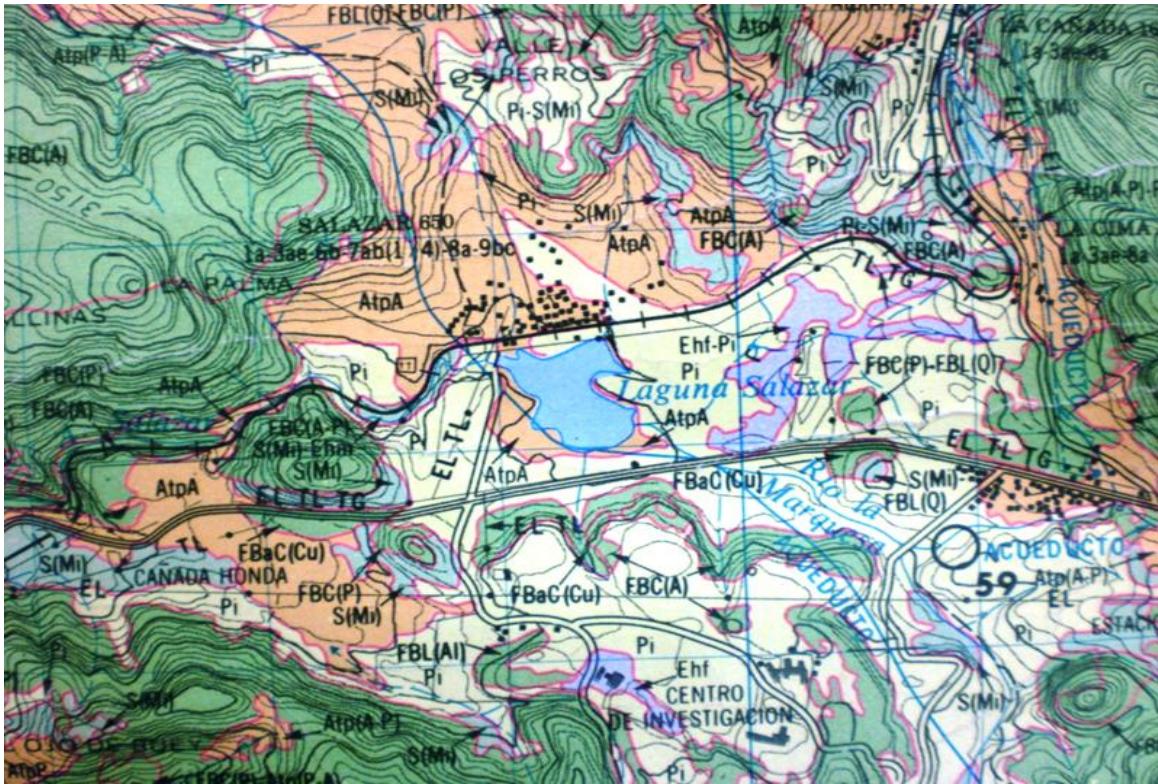


Figura 6. Sistemas hidrológicos.

En cuanto a demografía existen cuatro asentamientos humanos dentro del parque con 2,014 habitantes: Salazar con 917, La Marquesa 652, La Cima con 103 y La Cañada 342. La población aproximada de 44 mil habitantes en las localidades que rodean al parque (Figura 7); algunas localidades de la zona aledaña General Ignacio Allende 1,664, Piedra Grande 392, Cañada de Alfares 392, San Jerónimo Acazulco 3,687 (DANP con base en INEGI) (Vargas. 1996).

En la figura 7 se puede observar la localización de la laguna a la población y áreas destinadas a recreación, así como las áreas reforestadas.

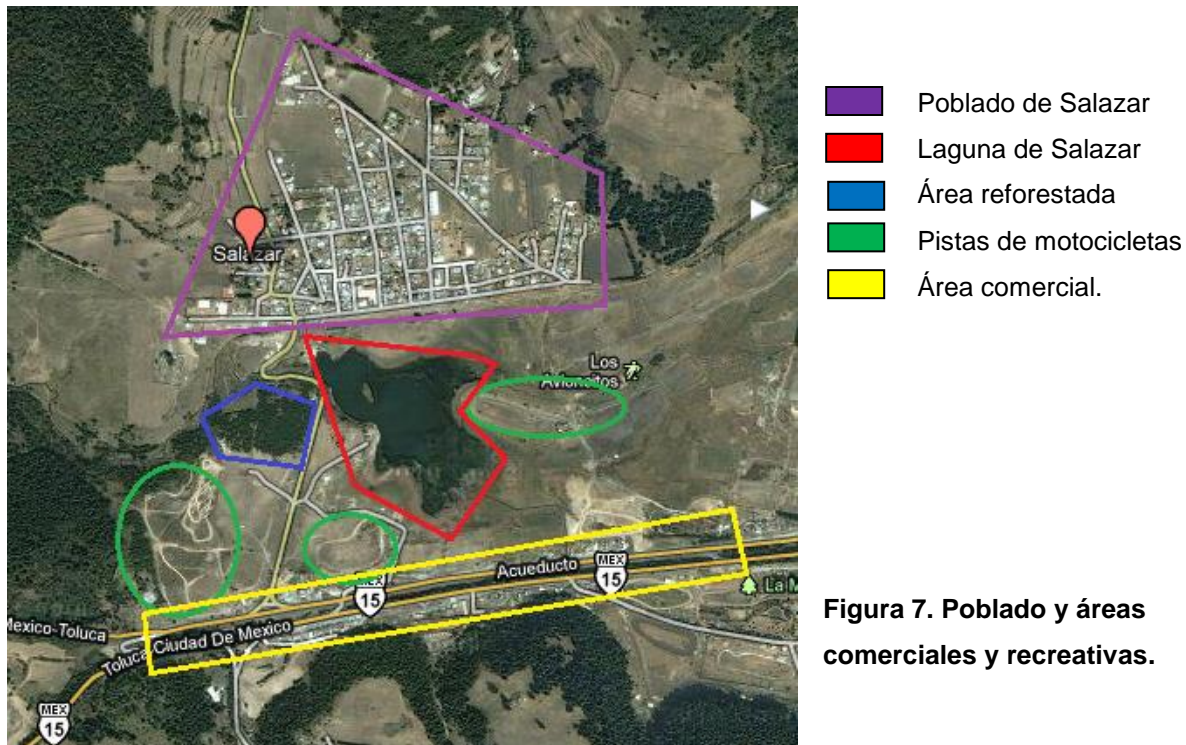


Figura 7. Poblado y áreas comerciales y recreativas.

En cuanto a su sistema de comunicación (SCT, 2010) existen en el municipio un total de 42 kilómetros de carreteras pavimentadas y 78 kilómetros de carreteras revestidas; las más importantes son la vialidad Toluca-La Marquesa, las carreteras zona Industrial-Lerma- El Cerrillo; la federal, Toluca-Naucalpan y la estatal, Atarasquillo-El Zarco. La mayoría son caminos intermunicipales, y los que comunican al exterior son: el que llega a La Marquesa, a Tacubaya y Observatorio, al Toreo, por Magdalena y Río Hondo. Atraviesa parte de la autopista Chapama-Lechería en sus tramos Interlomas - La Venta y Huixquilucan, en cuanto a Ocoyoacac cruzan el territorio municipal las siguientes carreteras: la federal y autopista México-Toluca; Huixquilucan-La Marquesa; La Marquesa-Chalma; La Marquesa Ixtapan de la Sal; Toluca-Cuernavaca; Atizapán-Amomolulco; La Marquesa-Valle del Silencio-Acazulco; Ocoyoacac-Acazulco; Lerma-Cholula-Ocoyoacac y Amomolulco-Capulhuac. Hay servicio telefónico automatizado en la cabecera municipal, Cholula, Acazulco, Atlapulco, Colonia Juárez, Jajalpa y La Marquesa (SCT, 2010) (SCT, 2010^a). De la misma manera se puede observar unas vías de ferrocarril, aunque no existe indicio alguno de que actualmente sea una vía utilizada, se observa movimiento de automóviles y motocicletas principalmente.

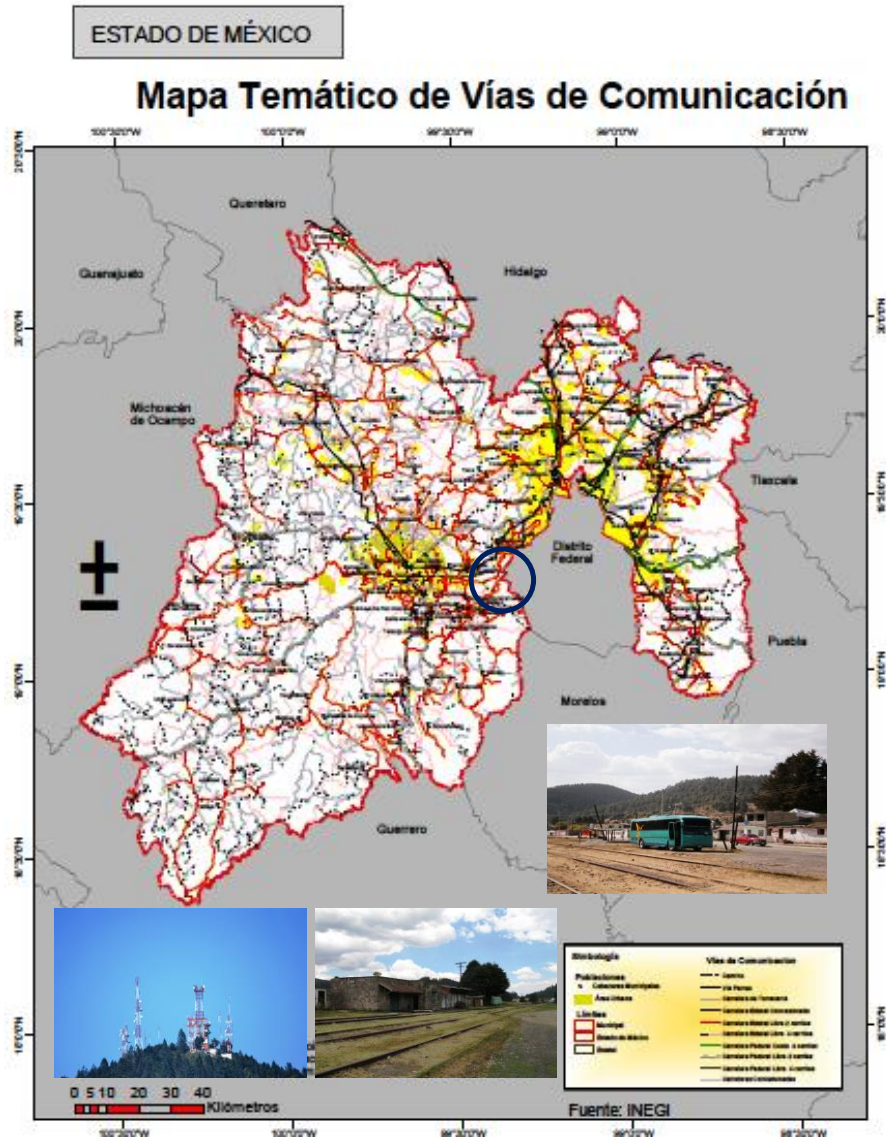


Figura 8. Mapa temático de Sistemas de comunicación y en particular de Salazar.

Existe infraestructura, una torre de microondas, estación de ferrocarril, carretera, estación de gasolina, comercios, área de recreación, el poblado de Salazar, laguna de Salazar, mirador natural, e instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. En las inmediaciones del Parque se localiza una estación piscícola llamada "El Zarco" donde se crían y reproducen truchas. Oficina de administración, albergues, cenadores, estacionamiento, bodega, mesabancos, kioscos, sanitarios y juegos infantiles (SARH: 7) (Figuras 7 y 8).

Parámetros Físicos y Químicos de la Laguna de Salazar

En la tabla 1 se muestra el registro de parámetros fisicoquímicos tomados en la laguna de Salazar. En la figura 9 se pueden observar las fluctuaciones que se registraron a lo largo del estudio de profundidad y transparencia. Las variaciones de temperatura registrados en el área de estudio se observan en el figura 10, pH (Figura 11), dureza total y alcalinidad total (Figura 12), oxígeno disuelto (Figura 13), conductividad (Figura 14), en las figuras 15 y 16 podemos observar las partes por millón (ppm) que se encontraron de dióxido de carbono, sulfato, dureza total de CaCo y cloruros. En la figura 17 se observan los datos obtenidos de dureza de calcio en ppm de CaCo, dureza de magnesio en CaCo, alcalinidad total en ppm de CaCo y sílice real. Cromo hexavalente, cromato, Iodo, cobre, bromo y bromo en presencia de cloro también se determinó en partes por millón (Figura 18, Figura 19, Figura 20). En la figura 21 se encuentra el registro de cloro libre, cloro total, cloro combinado. El registro de hierro, amonio unionizado y amonio ionizado se puede observar en la figura 22. En la figura 23 se observa el registro de nitrito y nitrato, sulfuro de hidrógeno en la figura 24 y finalmente en la figura 25 se observa el registro de fluoruro y fosfato.

Tabla 1. Parámetros Físicos y químicos del cuerpo de agua.

Parametro Fisicoquímico		Fecha							
		ENERO	FEBRERO	ABRIL	MAYO	JULIO	AGOSTO	SEPT	NOV
Temperatura ambiental	°C	11.8	14.2	15.1	18.5	14.65	14.4	14.4	7.3
Humedad	%	46.9	21.8	34.7	45.9	68.45	64	39.2	46
Altitud	metros	2998	2998	3001	3002	3003.5	3005	3002	3001
Presión barométrica	mb	983	1025.6	1026.3	1029.7	1028.2	1026.8	1026.3	1026.4
Viento	velocidad (Km/h)	21	8	18.2	4.8	9.55	12	14.2	29.4
Profundidad	cm	114	111	105.25	111	109.5	108	102	105
Transparencia	cm	114	40	99.25	73	71.5	78	66	105
Temperatura agua	°C	13.4	8	14.425	14.85	16.75	15	12	11.5
Oxígeno disuelto	mg/L	10.4	8.6	6.4	5.9	6.7	10.3	10.7	10.6
Conductividad	mS	111.9	114	109.85	142.7	133.7	92.7	103	98
pH		7	7.15	7.1	8.85	9.15	9.5	9.3	9.4
Dióxido de carbono	ppm	0	10	0.75	4	0.15	10	0	0
Dureza total de CaCo	ppm	80	82	52	110	136	114	98	67
Dureza de calcio en ppm	ppm	20	24	26	43	56	31	44	22
Dureza de magnesio en ppm	ppm	60	58	26	67	80	83	54	45
Alcalinidad total en ppm	ppm	60	42	80.2	50	64	48	58	48
Cloruros	ppm	20	16	18	24	20	10	14	10
Cromo hexavalente	ppm	0.01	0	0.285	0.025	0.015	0.045	0.065	0.045
Cromato (CrO42)	ppm	0.0223	0	0.63555	0.05575	0.03345	0.10035	0.145	0.10035
Iodo	ppm	0.29	0.22	0.6	0.235	0.095	0.045	0.055	0.055
Cobre	ppm	0	0.015	0	0.035	0	0.03	0	0.015
Bromo	ppm	0.29	0.195	0.545	0.24	0.095	0.015	0.035	0.02
Bromo c/presencia cloro	ppm	0.06	0.09	0	0.085	0.075	0.02	0.045	0.035
Cloro libre	ppm	0.02	0.09	0.32	0.14	0.045	0.01	0.02	0.015
Cloro total	ppm	0.5	0.105	0.475	0.185	0.065	0.01	0.02	0.025
Cloro combinado	ppm	0.48	0.015	0.155	0.045	0.02	0	0	0.01
Hierro	ppm	0.25	0.215	0.275	0.28	0.095	0.085	0.165	0.24
Amonio Unionizado (NH3)	ppm	0.576	0.684	2.4	0.684	0.63	0.834	0.9	0.87
Amonio Ionizado (NH4)	ppm	0.624	0.741	2.6	0.741	0.6825	0.9035	0.975	0.9425
Nitrito (NO2)	ppm	0.0891	0.0231	1.03125	0.00495	0.0297	0	0	0
Nitrato (NO3)	ppm	0.7106	0.6666	7.6065	0.1463	0.1529	0	0	0
Sufuro de hidrógeno	ppm	0.01	0	0	0	0.005	0.01	0.01	0
Fluoruro	ppm	0.21	0.05	0.65	0.01	0.03	0.165	0	0
Fosfato	ppm	2.06	0.13	1.37	1.28	0.09	0.105	0.105	0.065
Sílice real	ppm	22.61	22.92	0	108.2	0	0	43.5	23.5
Sulfatos	ppm	5	7.5	6.5	30.5	12.5	7	8	7
Turbidez	FTU	2	32	2	5	2.5	6	7.5	5.5

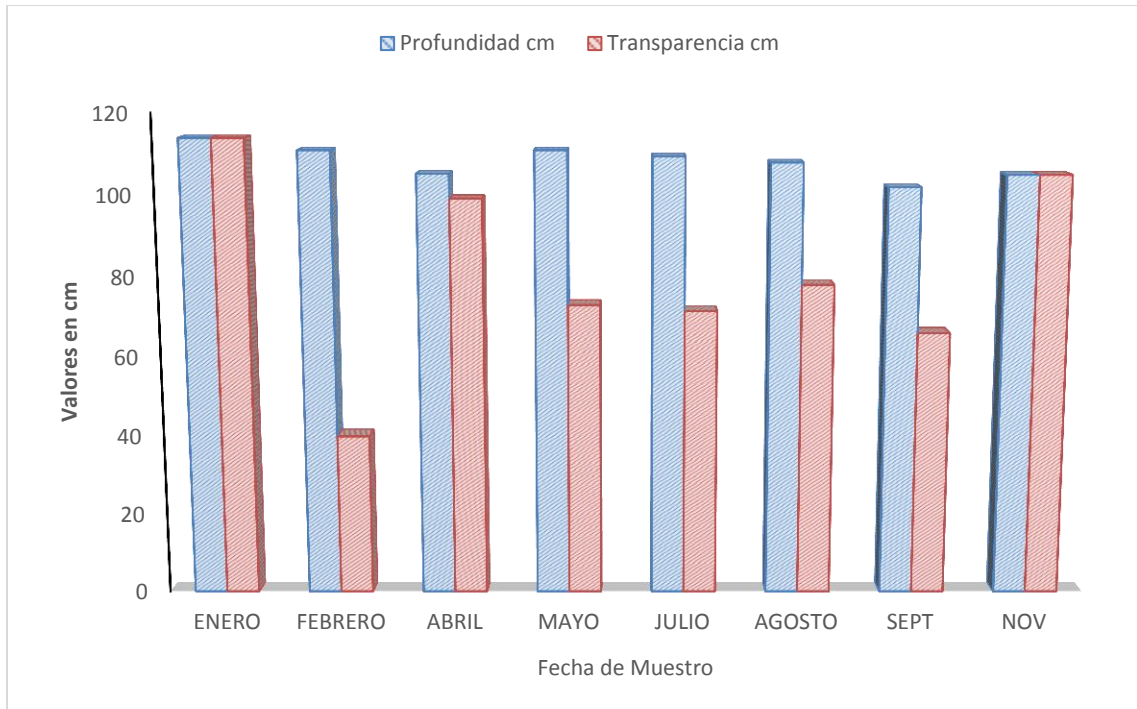


Figura 9. Profundidad y Transparencia de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

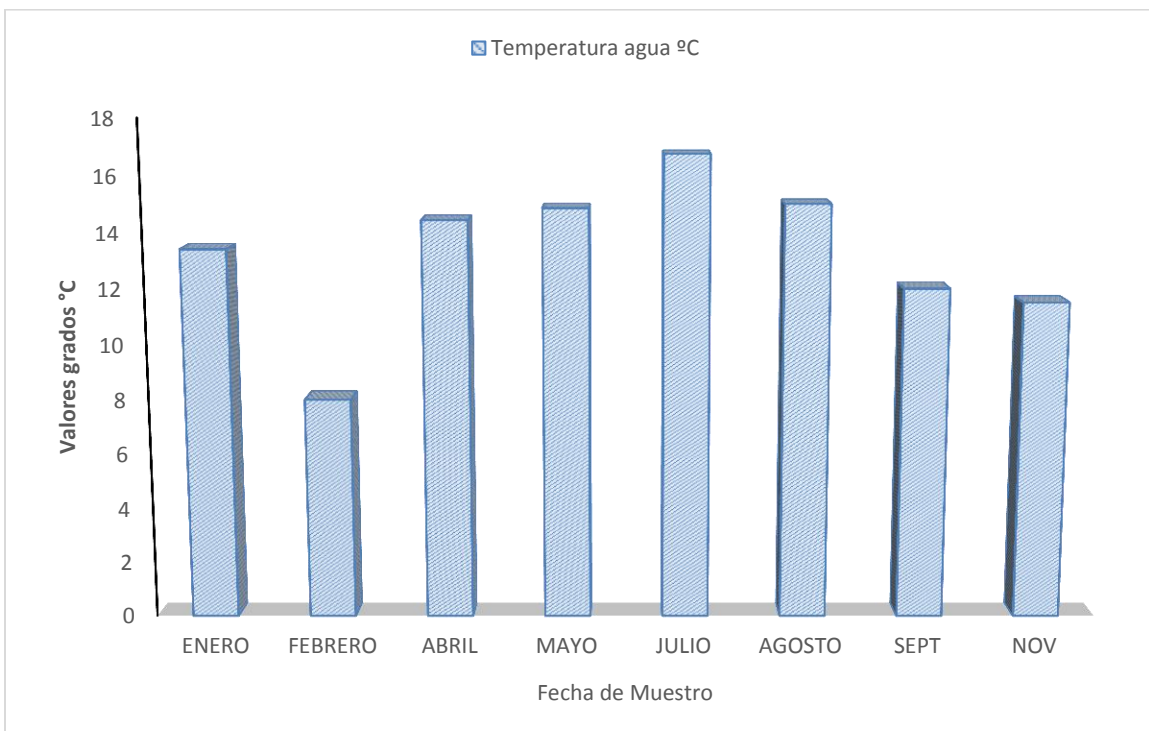


Figura 10. Temperatura registrada de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

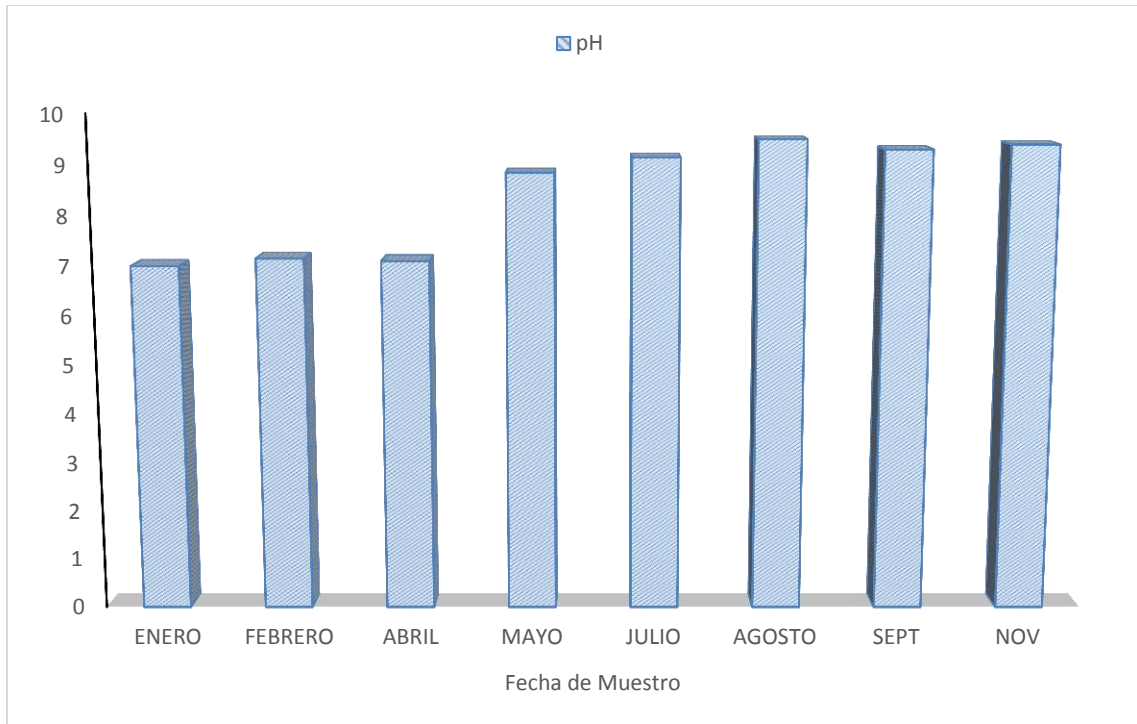


Figura 11. pH registrado de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

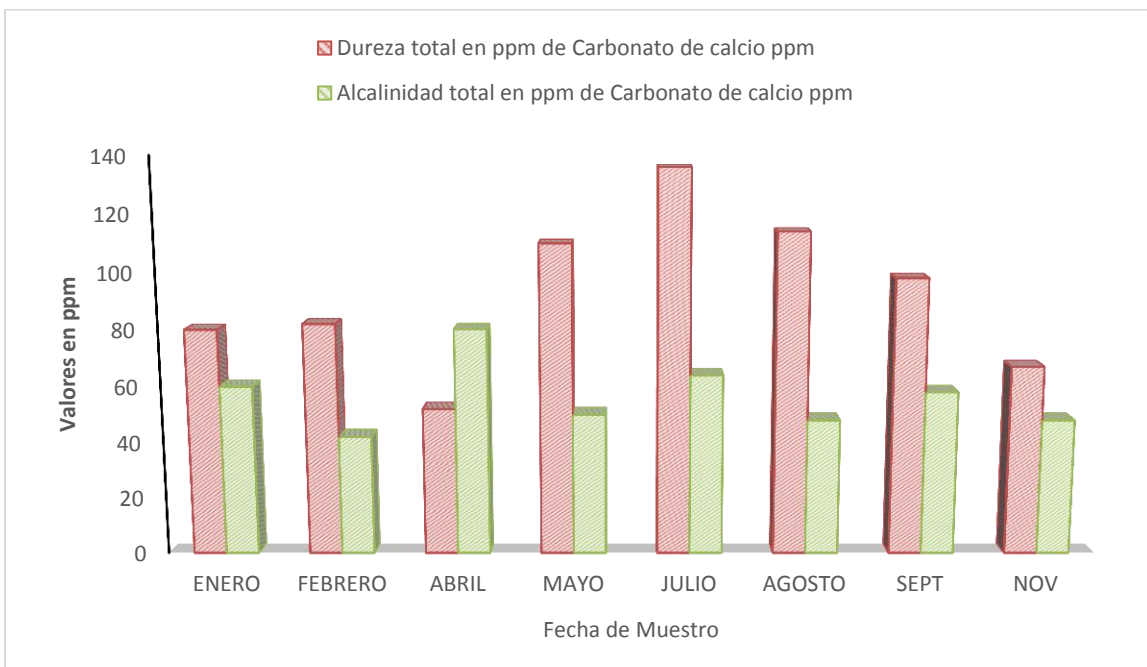


Figura 12. Registro de Dureza y Alcalinidad de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

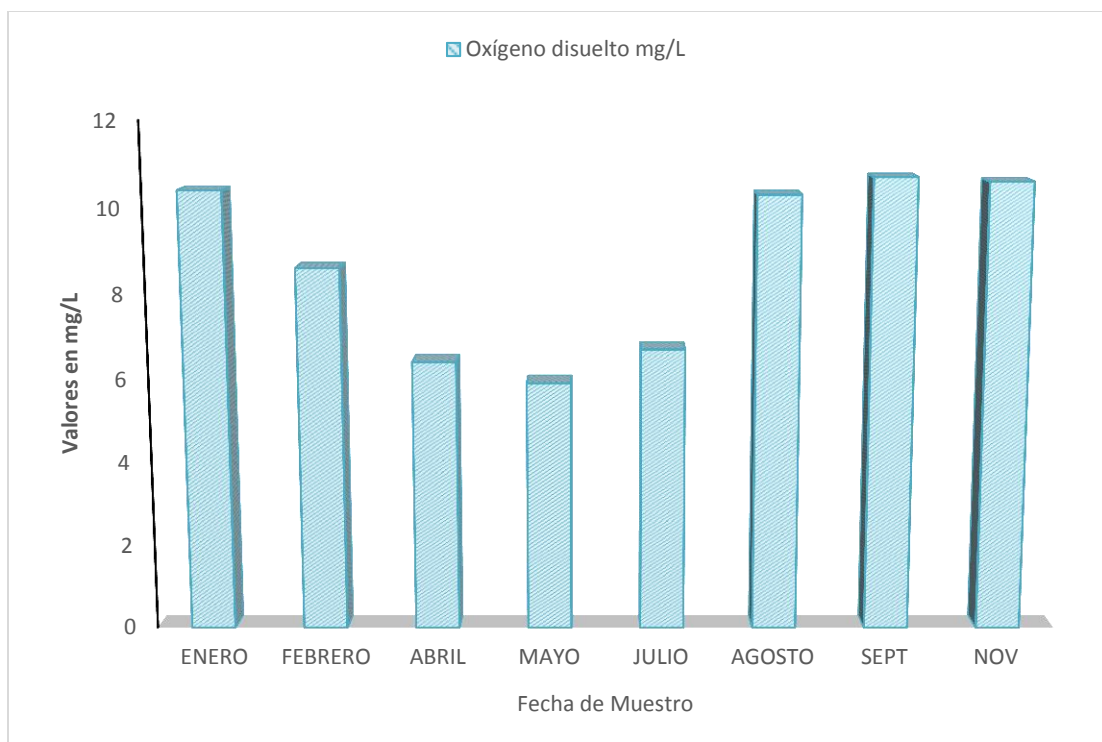


Figura 13. Registro de Oxígeno Disuelto de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

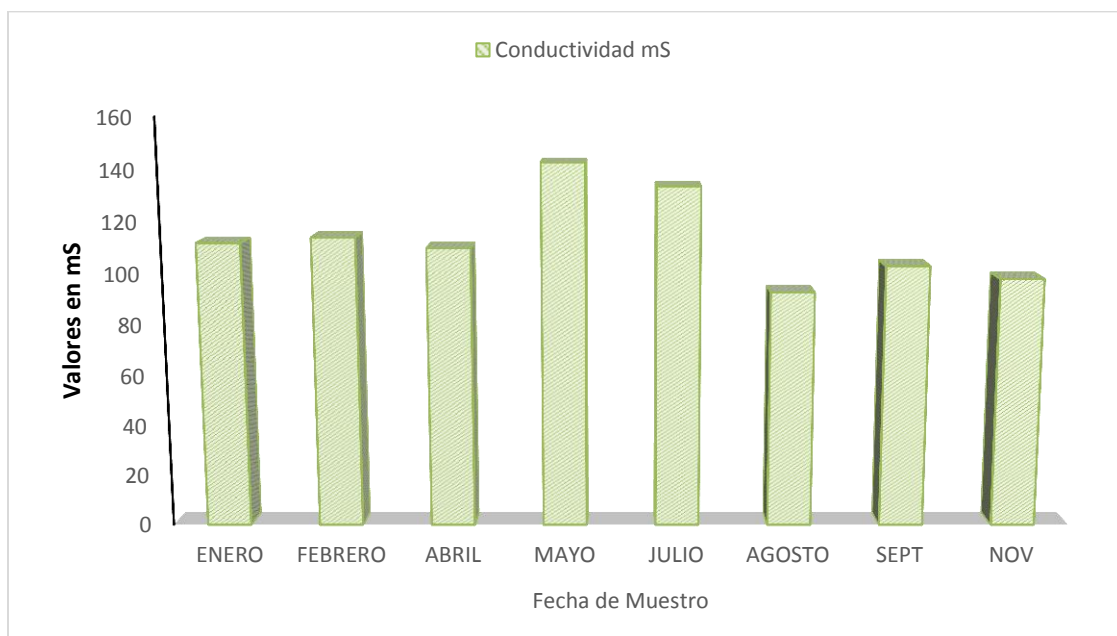


Figura 14. Conductividad de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

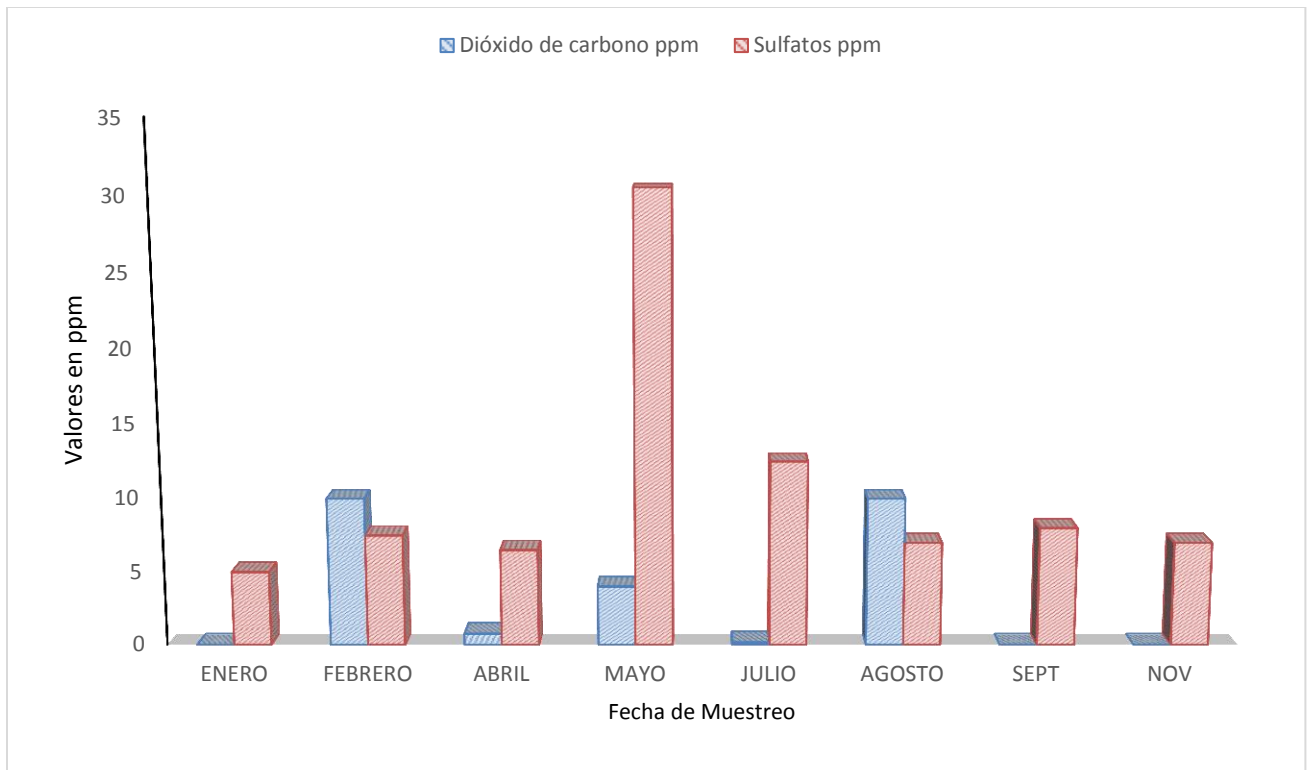


Figura 15. Registro de Dióxido de Carbono y Sulfatos de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

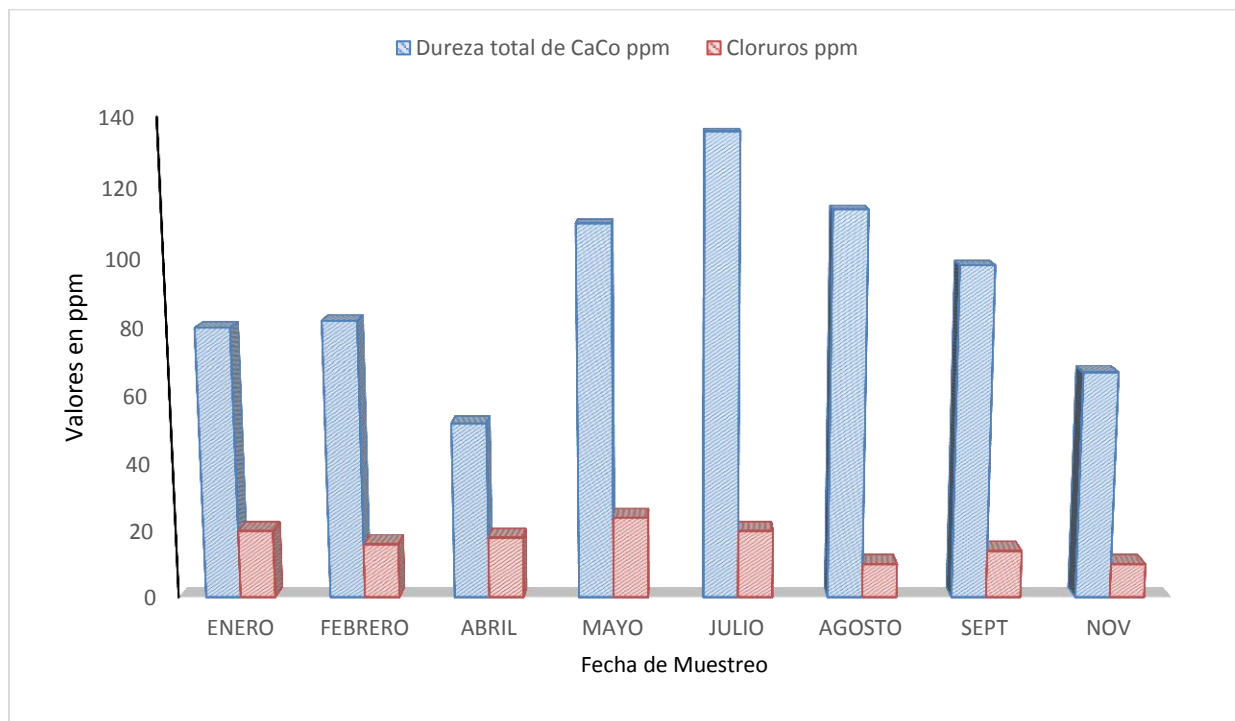


Fig. Registro de Dureza total y Cloruros de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

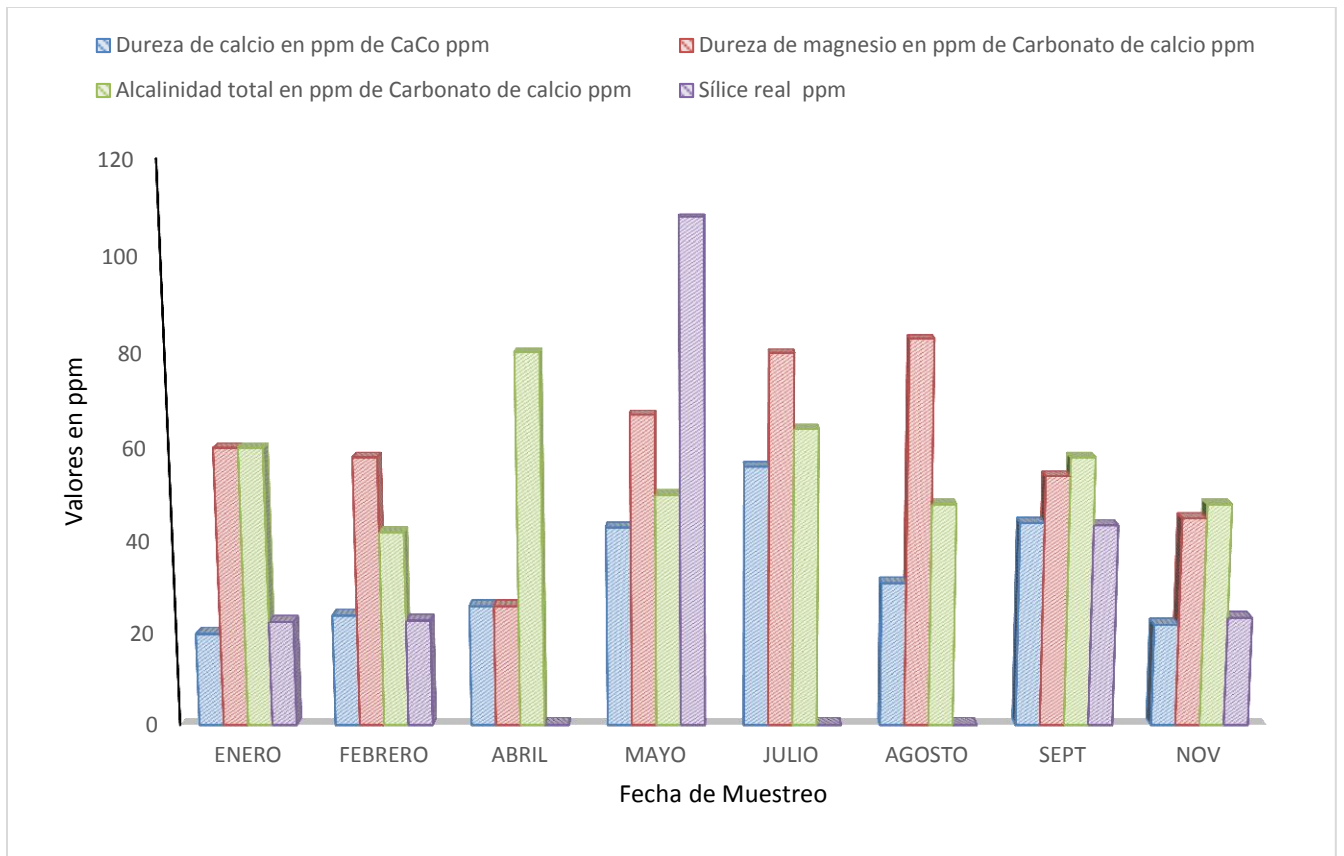


Figura 17. Registro de Dureza de Ca, Dureza de Mg, Alcalinidad Total y Sílice de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

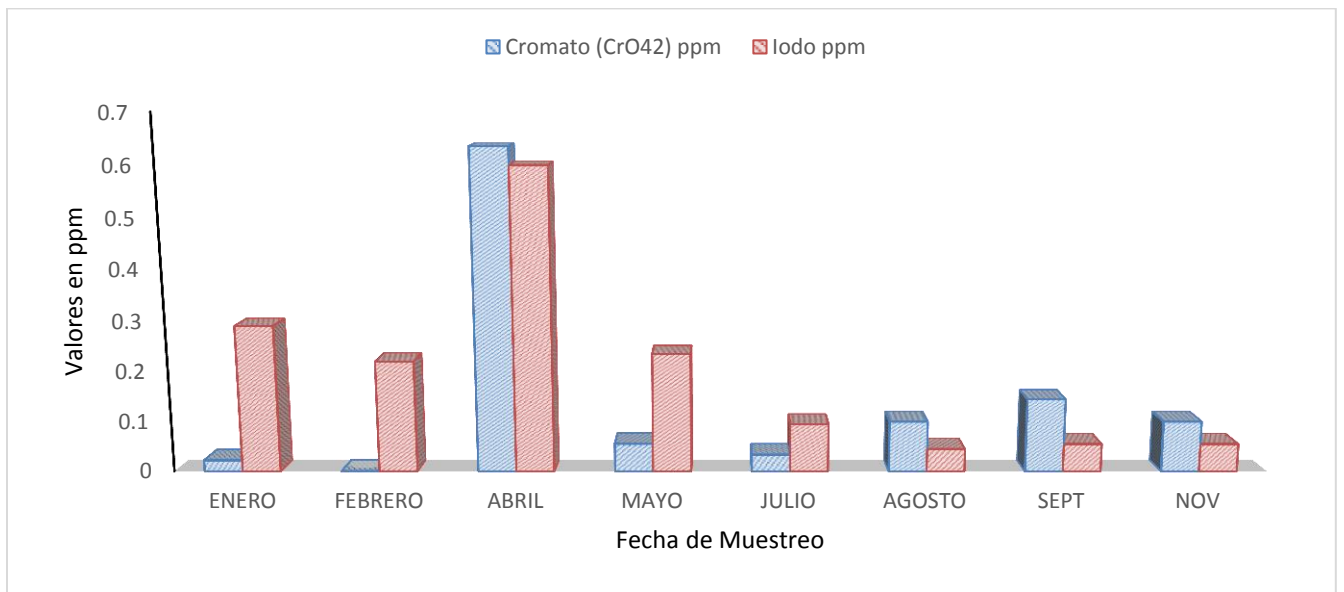


Figura 18. Registro de Cromato e Iodo de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

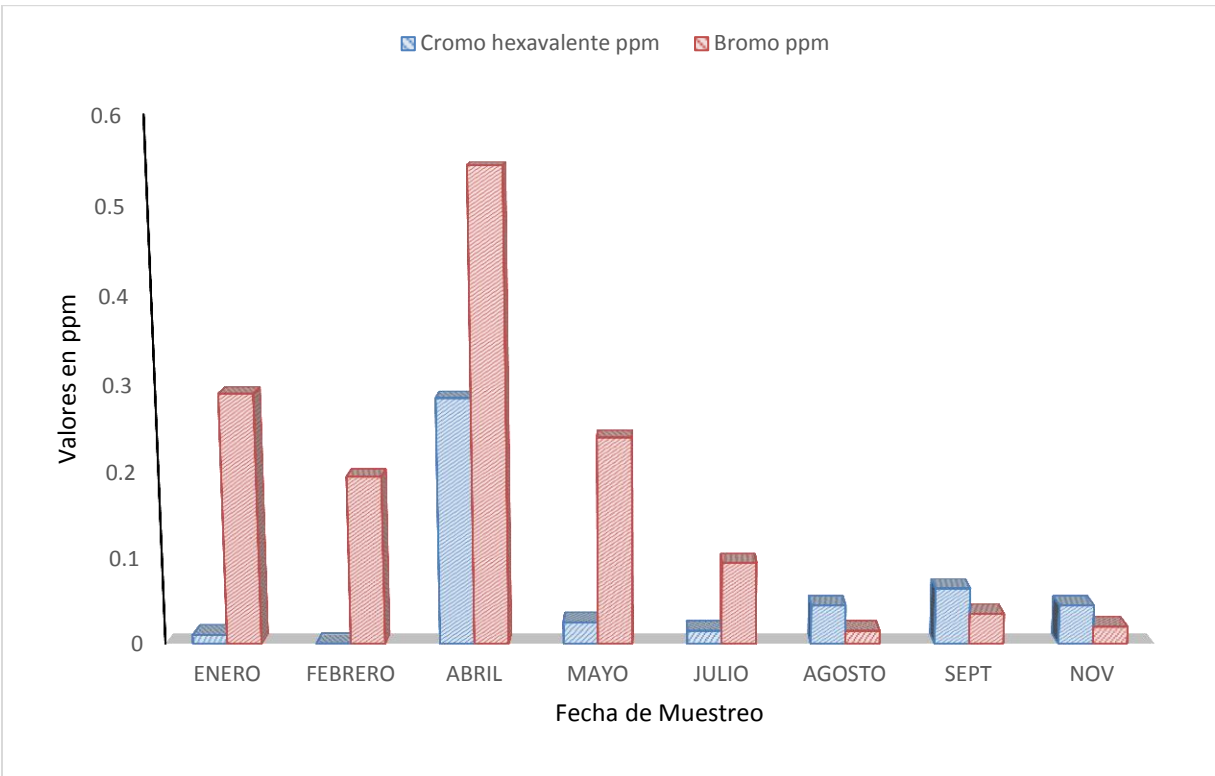


Figura 19. Registro de Cromo Hexavalente y Bromo de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

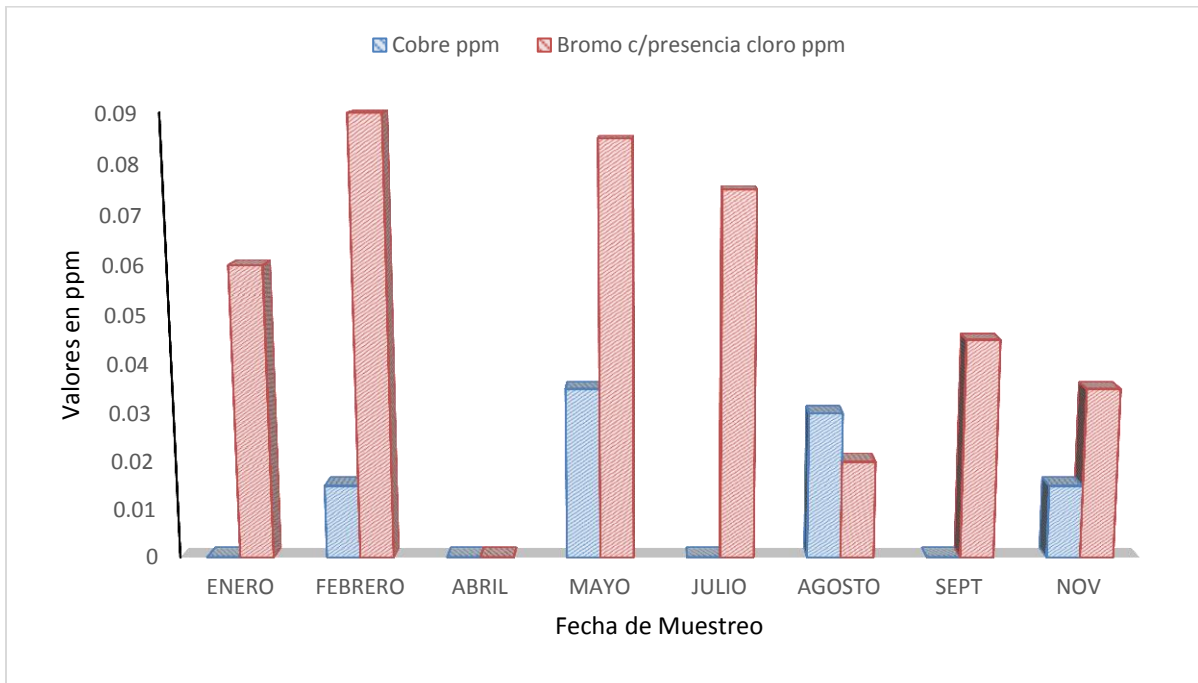


Figura 20. Registro de Cobre y Bromo con presencia de cloro de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

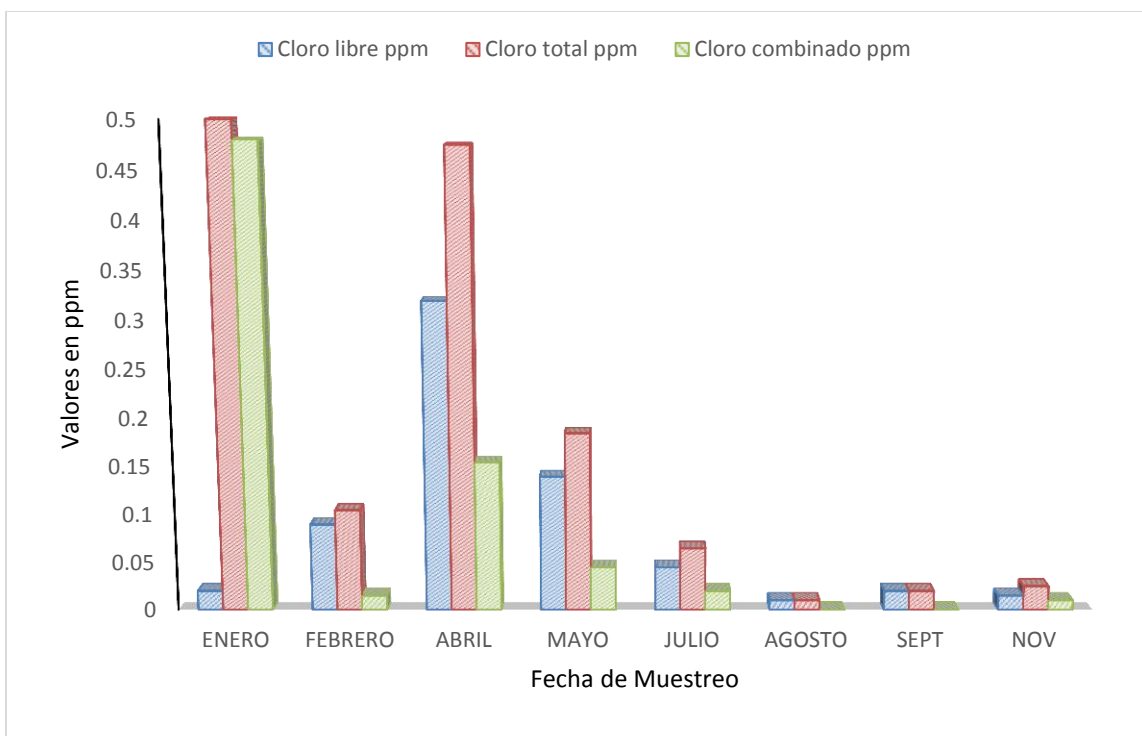


Figura 21. Registro de Cloro Libre, Cloro Total y Cloro Combinado de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

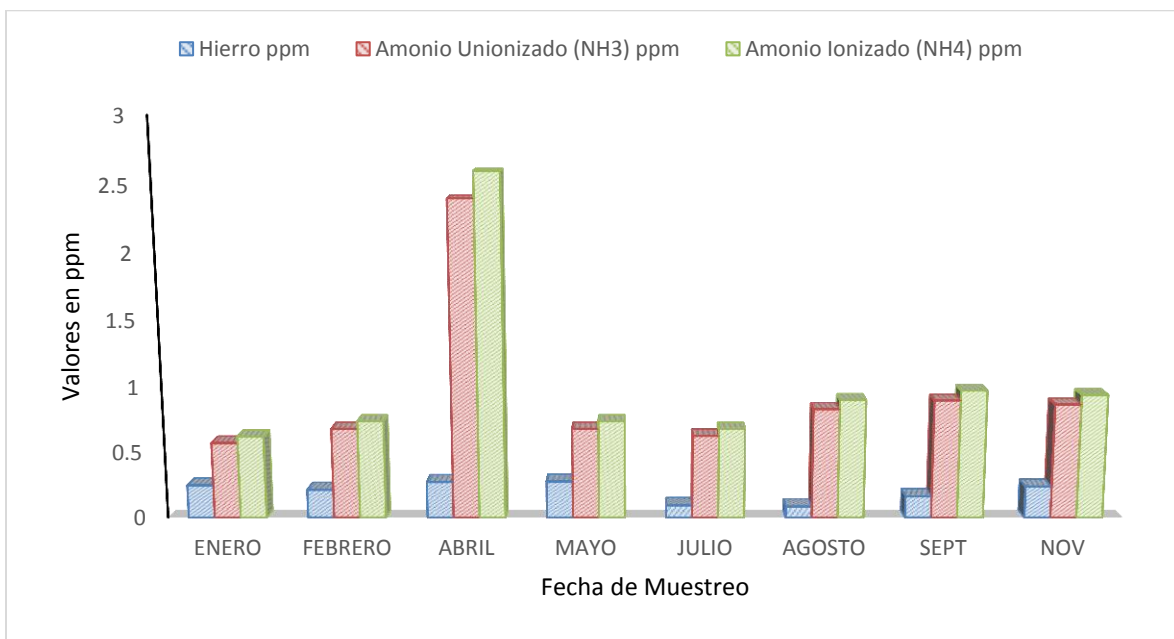


Figura 22. Registro de Hierro, Amonio Unionizado y Amonio Ionizado de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

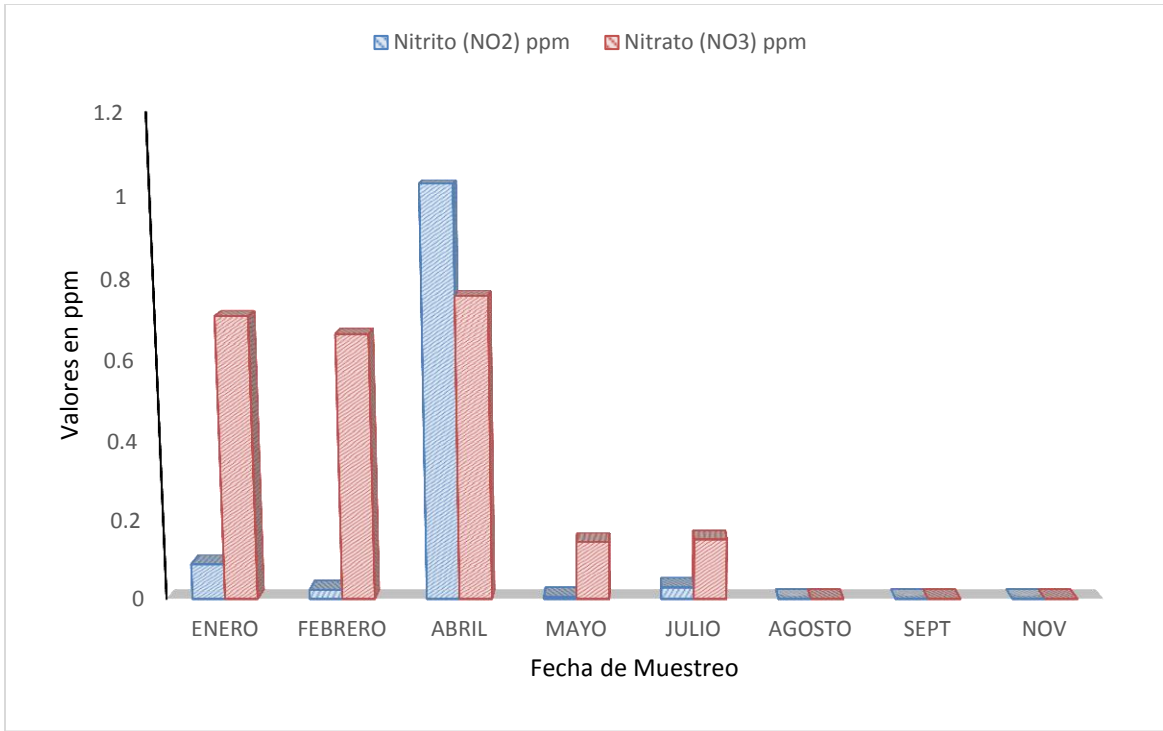


Figura 23. Registro de Nitrato y Nitrito de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

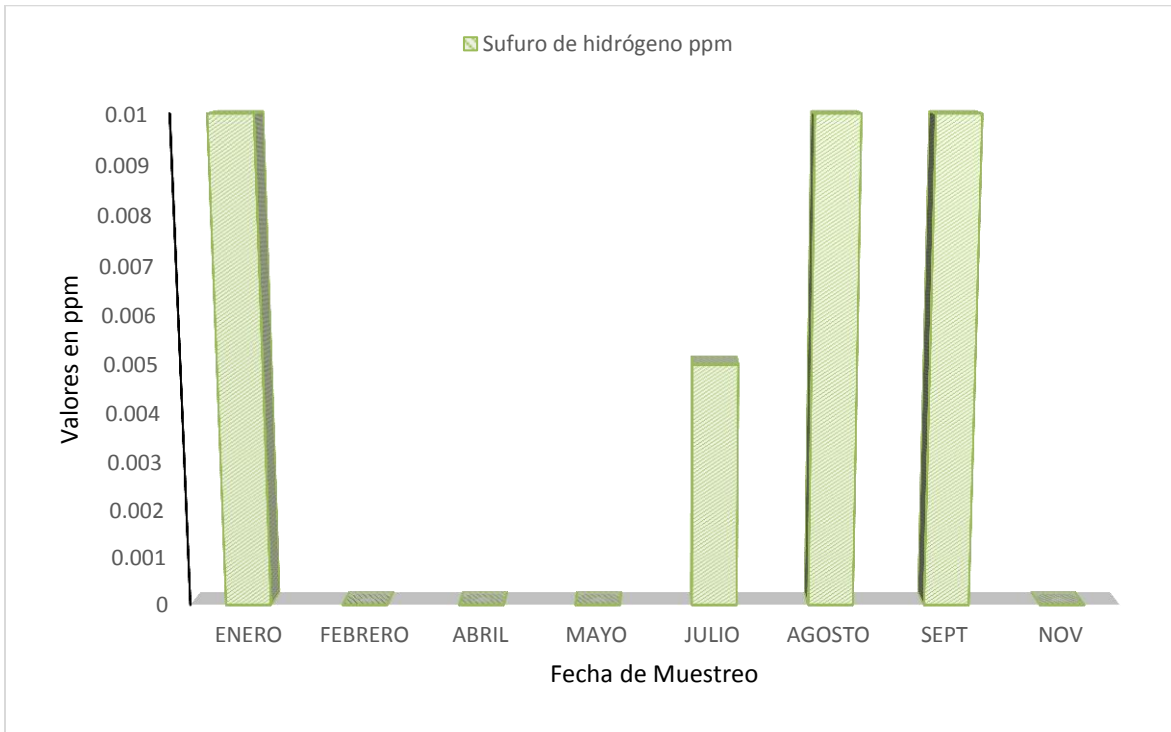


Figura 24. Registro de Sulfuro de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

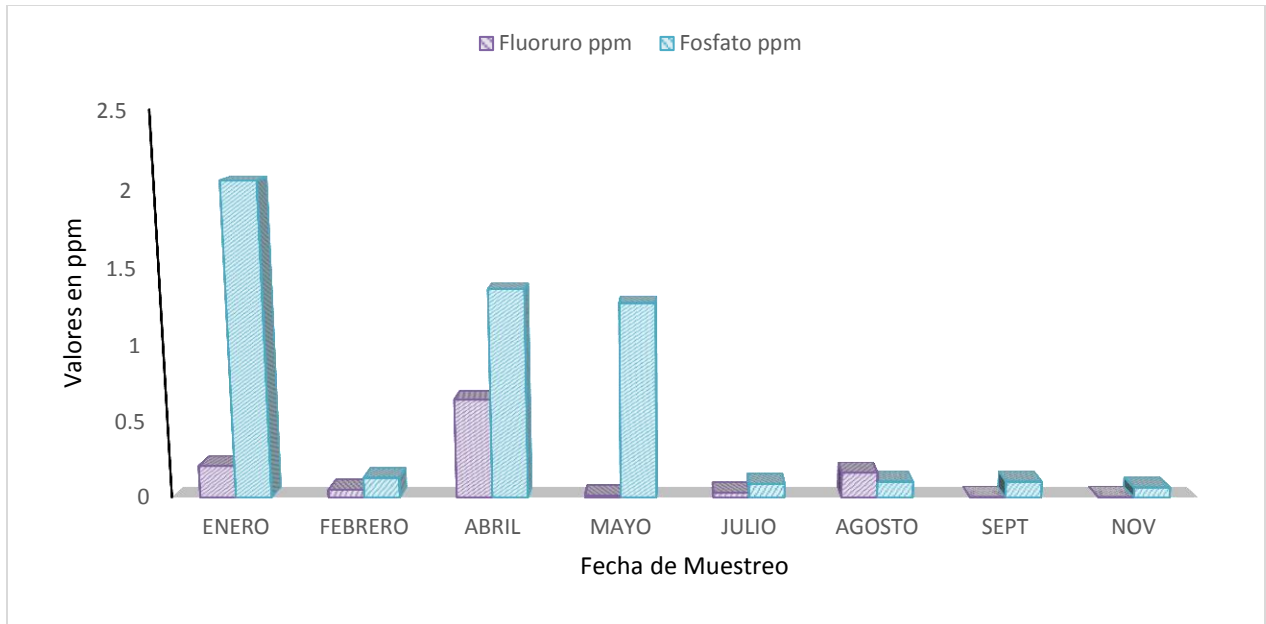


Figura 25. Registro de Fluoruro y Fosfato de la laguna de Salazar en el periodo de Enero a Diciembre de 2010

Identificación y clasificación de residuos sólidos

Alrededor de la laguna así como dentro de ella se pudo observar una gran cantidad de basura; así mismo se realizó un recorrido por la zona para obtener un registro fotográfico de los desechos y poder realizar una clasificación, la cual se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de Desechos dentro y fuera de la laguna.

Metales	PET	Polímeros no PET	Vidrios	Hules
<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas metálicas (Frituras) • Alambres • Corcholatas • Tubos • Latas • Aluminio • Aerosoles 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas • Taparoscas • Bolsas • Valsos • Pañales 	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas • Vasos • Platos • Hieleras (Unicel) 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas • Pedacería • Frascos 	<ul style="list-style-type: none"> • Llantas • Sellos • Tenis



Figura 26. Lata



Figura 27. Unicel



Figura 28. Pañales



Figura 29. Vidrio, unicel.



Figura 30. Latas



Figura 31. Aluminio





Figura 34. Desechos inorgánicos.

a) Llanta de automóvil b) Llantas, botellas, pañales

c) Plástico (Unicel) d) Papel o cartón

Registro de Vegetación

Como ya se mencionó, la vegetación del Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla está compuesta por bosques de oyamel, bosques de latifoliadas, zonas reforestadas y bosque de pino. El bosque de oyamel y pino tiene una extensión de 457 ha (23.67%), entre las especies de árboles se encuentra *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Quercus laurina*, zacatonal de *Festuca amplissima* y *Trisetum violeti* en extensión no determinada (Figura 35).

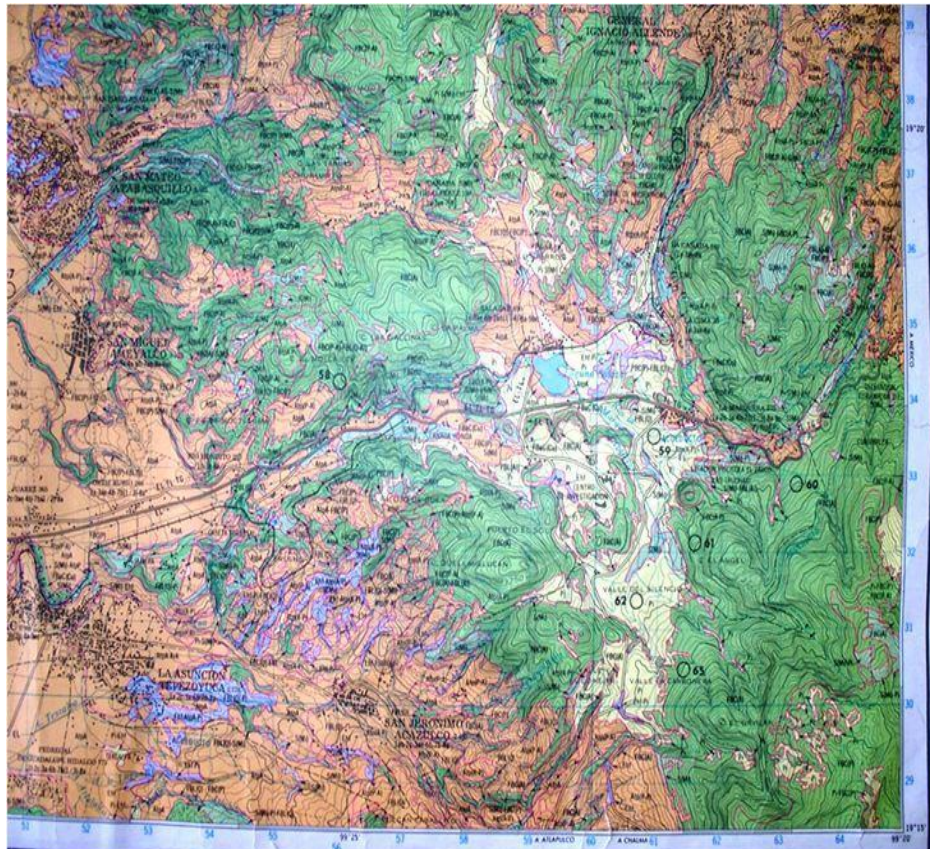


Figura 35. Tipos de vegetación laguna de Salazar, Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (Mapa E14-A38).

En el Valle de Salazar la vegetación está compuesta por pastizal inducido, zacatonal (*Festuca amplissima* y *Trisetum violeti*) principalmente; así como zonas reforestadas y

bosques de pino en las inmediaciones, caracterizadas por la dominancia de *Pinus hartwegii* (Figura 36) y *Pinus montezumae* (Figura 37) y también por árboles de la familia Cupressaceae (Figura 38). También se pudo observar la presencia de *Buddleia parviflora* de la familia Loganiaceae (Figura 39) y algunas hierbas como *Taraxacum officinale* (diente de león) de la familia Asteraceae (Figura 40), *Kniphofia uvaria*, familia Asphodelaceae (Figura 41), *Baccharis conferta*, familia Asteraceae (Figura 42) y el zacatón *Muhlenbergia cf.* de la familia Macrourea (Figura 43).



Figura 36. Zona reforestada con *Pinus hartwegii*.



Figura 37. *Pinus montezumae*.



Figura 38. Árbol de la familia Cupressaceae.



Figura 39 *Buddelia parviflora*, familia Loganiaceae.



Figura 40. Diente de león *Taraxacum officinale* de la familia Asteracea.



Figura 41. *Kniphofia uvaria*, familia Asphodelaceae.



Figura 42. *Baccharis conferta*, familia Asteraceae.



Figura 43. *Muhlenbergia cf. familia Macroura.*

Vegetación de la laguna

Dentro de la laguna de Salazar los componentes vegetales se encuentran representados por *Hydrocotyle* sp., de la familia Aspiaceae (Figura 44), la elodea *Egeria densa (Planch) Caspary* de la familia Hydrochartaceae (Figura 45) y *Ceratophyllum* sp. Ceratophyllaceae (Figura 46).



Figura 44. *Hydrocotyle* sp. Familia *Aspiaceae*.



Figura 45. *Egeria densa* (Planch) Caspary de la familia *Hydrochartaceae*.



Figura 46. *Ceratophyllum* sp Familia *Ceratophyllaceae*.

Registro de Aves

Se encontraron 7 especies de aves dentro y en los alrededores de la laguna de Salazar que son los siguientes: Pato tepalcate o Ruddy duck (*Oxyura jamaicensis*)(Figura 47), Ibis Cariblanco o Ibis obscuro (*Plegadis chihi*)(Figura 48), Tildio o Chorlitejo común (*Charadrius vociferus*)(Figura 49), Tildio o Chorlitejo común (*Charadrius vociferus*), Gallareta americana (*Fulica americana*)(Figura 50); y Garzón blanco (*Egretta alba*) antes *Casmerodius*, Zanate mexicano, Chanate (*Quiscalus mexicanus*), (Gorrión o pinzón) probablemente género *Amiophila* posiblemente *ruficauda*. En las con las siguientes cantidades de organismos por especie: observaron 289 aves, de las cuales; 319 son *Oxyura jamaicensis* (pato tepalcate), 28 *Hirundo rustica* (golondrina), 9 *Quiscalus mexicanus* (zanate mexicano), 2 *Egretta alba* (garzón blanco), 7 *Fulica americana* (gallareta americana), 2 *Amiophila* (Gorrión) y otro individuo que no fue identificado



Figura 47. Pato tepalcate o Ruddy duck (*Oxyura jamaicensis*).



Figura 48. Ibis Cariblanco o Ibis obscuro (*Plegadis chihi*).



Figura 49. Tildio o Chorlitejo común (*Charadrius vociferus*).



Figura 50. Gallareta americana (*Fulica americana*).



Figura 51. Gallareta americana (*Fulica americana*); Ibis oscuro (*Plegadis chihi*) y Garzón blanco (*Egretta alba*) antes *Casmerodius*.



Figura 52. Zanate mexicano, Chanate (*Quiscalus mexicanus*).



Figura 53. Gorrión

Riqueza bentónica

La tabla 2 muestra cada uno de los filos identificados hasta familia y genero de alguno de ellos. En la tabla 3 se puede observar a los 11 grupos taxonómicos y su respectiva abundancia (individuos/m² y peso/m²). La figura 54 muestra la variación temporal de los organismos muestreados a lo largo del estudio. Dentro de los organismos más representativos podemos observar ostracodos (Figura 55), Hemipteros (Figura 56), Gasteropodos (Figura 57), Acocil (Figura 58), Anelidos (Figura 59), Hirudineos (Figura 60), Amphipodos (Figura 61), Isopodos (Figura 62) y algunos artrópodos como odonatos (Figura 63), coleópteros (Figura 64).

Tabla 2. Organismos identificados

Filo	Subfilo	Clase	Orden	Suborden	Familia	Genero
Annelida	Hirudinea					
	Crustacea	Malacostraca	Amphipoda			
Isopoda						
Decapoda				Cambaridae	Cambarellus	
Branchiopoda		Diplostraca	Cladocera			
Arthropoda	Hexapoda	Insecta	Odonata			
			Hemiptera			
			Ephemeroptera			
			Trichoptera			
			Coleoptera			
			Diptera	Nematocera	Chironomidae	
Mollusca	Gasteropoda					
	Bilvalvia	Veneroidea			Sphaeriidae	Sphaerium

Tabla 3. Taxones identificados y abundancia en número de invertebrados en el cuerpo de agua por m²

GRUPO		Ind/m2	g/m2
Annelida		16.543	3.70
Hirudinea	<i>Helobdella sp Placobdella sp</i>	38.23	0.001
Amphipoda	<i>Hyalella azteca</i>	1787.25	4.66
Isopoda	<i>Caecidotea sp</i>	10.548	2.94x10-3
Decapoda	<i>Cambarellus montezumae</i>	1.225	4.165x10-3
Ostracoda		38.2352	0.001
Odonata		46.0742	4.3082
Hemiptera	<i>Notonocta sp</i>	223.038	91.81
Trichoptera		0.245	4.90x10-3
Coleoptera	<i>Hydrovatus sp</i>	15.19	0.85
Diptera	<i>Quironomus sp</i>	9.3136	0.053
Gasteropoda	<i>Physa sp Helisoma sp Lymnaea sp</i>	527.205	33.92
Bilvalvia	<i>Sphaerium sp</i>	65.68	3.69

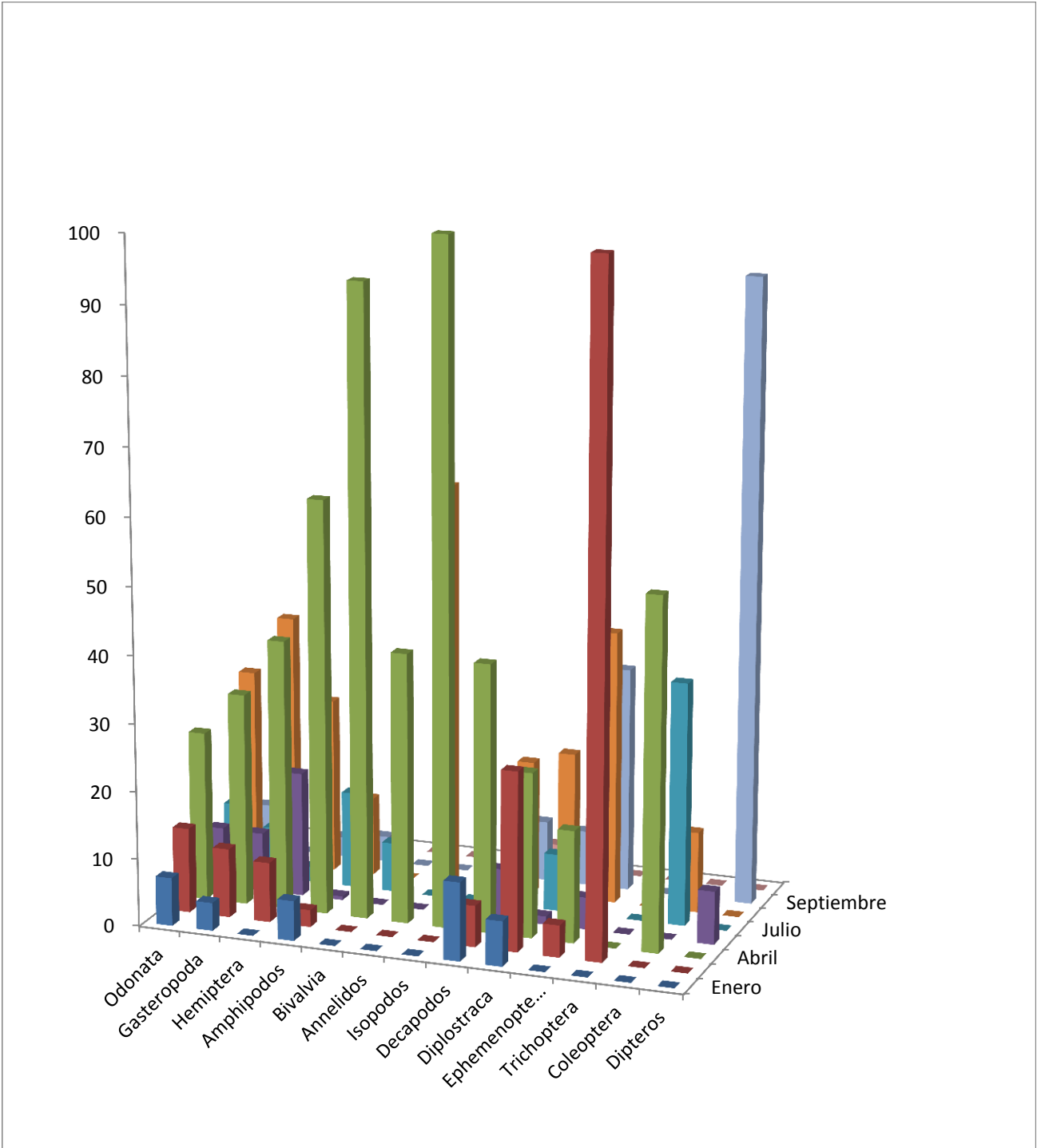


Figura 54. Variación Temporal de la fauna de invertebrados bentónicos de Salazar

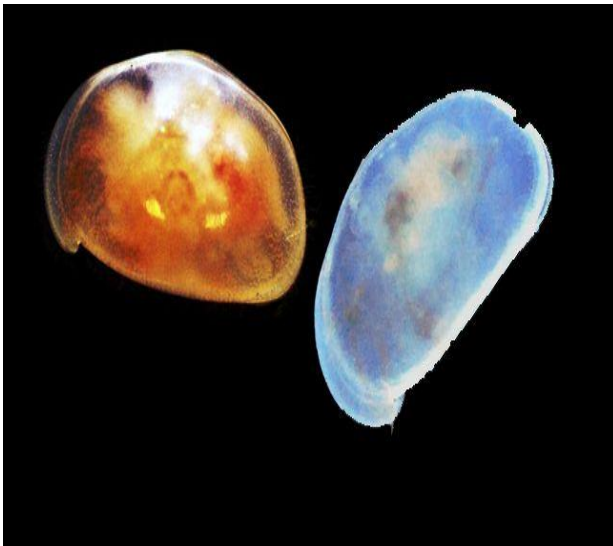


Figura 55. Ostrácodos



Figura 56. Hemípteros

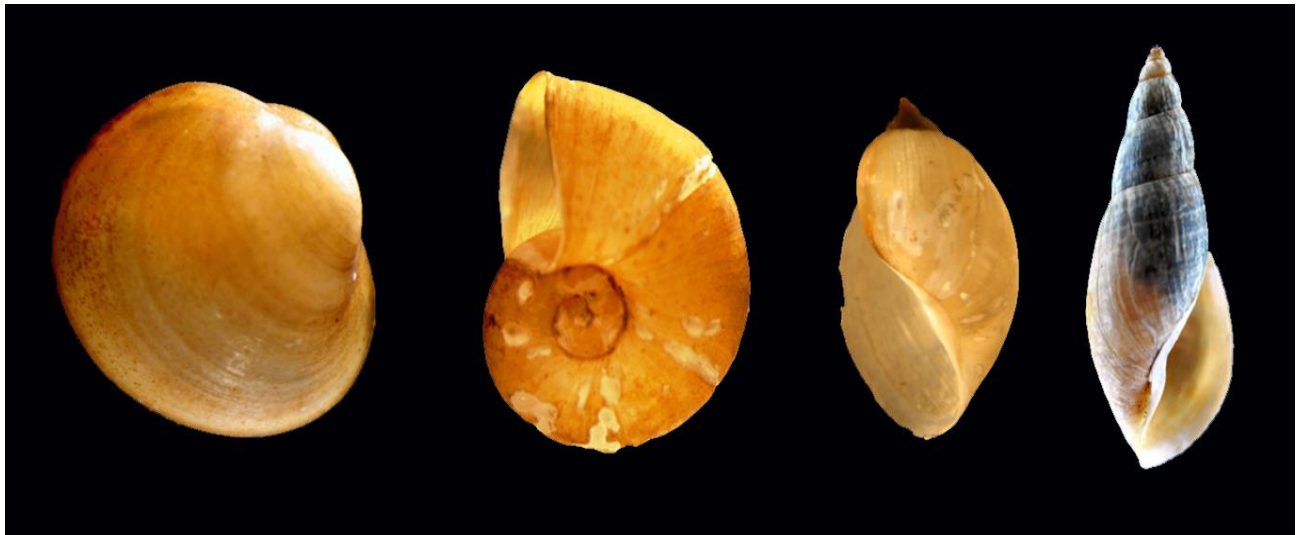


Figura 57. Gasterópodos (*Physa sp Helisoma sp Lymnaea sp*)



Figura 58. Acocil (*Cambarellus montezumae*)



Figura 64. Coleóptero (*Hydrovatus sp*)



Figura 59. Dipteros (*Quironomus* sp.)



Figura 60. Hirudineos (*Helobdella* sp *Placobdella* sp)



Figura 57. Anfípodos (*Hyaella azteca*)



Figura 62. Isópodos (*Caecidota* sp.)



Figura 63. Odonatos

Abundancia Relativa

En la tabla 4 se observa la abundancia relativa de cada uno de los organismos colectados a lo largo de los muestreos; siendo los anfípodos, gasterópodos y hemípteros los más representativos a los largo del estudio.

Tabla 4. Abundancia Relativa

Invertebrado	Total de Organismos	Abundancia Relativa (%)
Gasteropoda	4217.64	19.19
Bivalvia	517.64	2.35
Annelida	264.1	1.204
Amphipoda	14298.03	65.07
Isopoda	80.39	0.36
Decapoda	9.803	0.04
Diplostraca	305.88	1.39
Odonata	286.27	1.302
Hemiptera	1784.31	8.12
Ephemeroptera	82.35	0.37
Trichoptera	1.96	0.008
Coleoptera	49.01	0.22
Diptera	74.5	0.33

Análisis y Discusión

De acuerdo a la fotografías aéreas analizadas (1978, Figura 65 y 2010, figura 64), se pueden observar los cambios que ha tenido la zona del Valle de Salazar. Al realizar una comparación entre estas fotografías y considerando la influencia antropogénica, se observa que el área de estudio ha tenido una ganancia de

cobertura vegetal tanto en el pastizal inducido como en las áreas de reforestación, además de un crecimiento racional de su población (Figura 64).

En la fotografía aérea tomada en 1978 (Figura 65), las áreas marcadas con rojo antes sin vegetación y en la actualidad se nota que ha habido crecimiento de vegetación como puede observarse en la Figura 64.

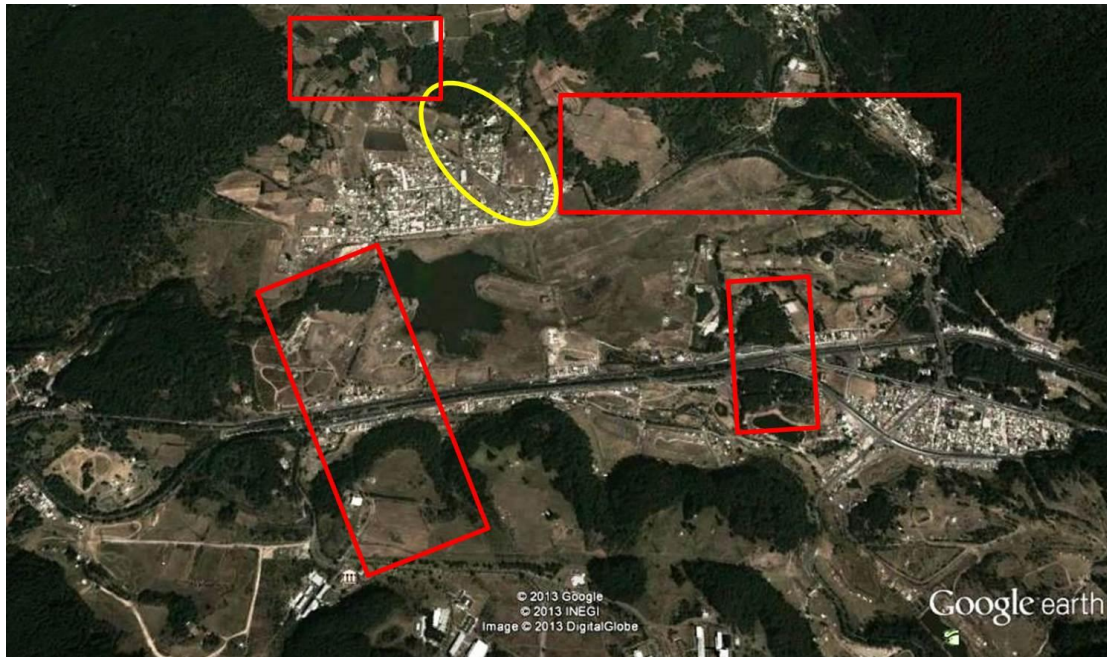


Figura 64. Fotografía aérea de Salazar tomada de Google en 2010

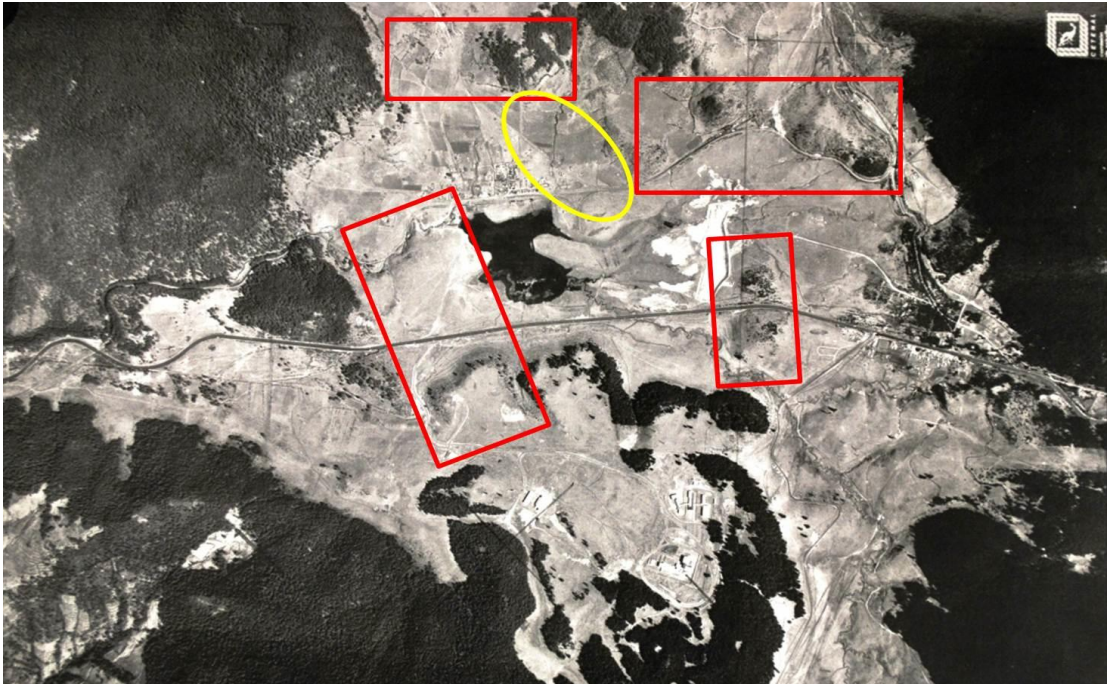


Figura 65. Fotografía aérea de Salazar tomada en 1978

Las áreas han sufrido un cambio dentro de los límites estudiados, claramente se puede observar un aumento en la cobertura vegetal de casi 130 000m², además en las elevaciones al sur de la presa en forma de “U invertida” también han tenido ganancia de cobertura vegetal en las partes inferiores, como se puede observar en las figuras 64 y 65 marcadas en rojo.

Después de realizar el análisis cartográfico de la zona de estudio, es posible observar los cambios que esta ha tenido a lo largo del tiempo, la mayoría de estos cambios ocasionados por la actividad y crecimiento urbano que se ha dado en la zona, afectando de forma directa en la estructura del medio.

La investigación llevada a cabo reveló una escasa recuperación en términos de cubierta vegetal pero se nota que se está trabajando en ello, en cambio hay un incremento cuanto a desechos sólidos y una demanda mucho mayor de recursos naturales. Se considera que el suelo presente en Salazar, tipo Andosol, permite una buena actividad agrícola, sin embargo se desconoce la regulación de las áreas destinadas a esta actividad, pese a todo podría constituir un punto de apoyo

para la mejor comprensión de la importancia de la zona hacia los pobladores en quienes recae la responsabilidad de la conservación. Por otra parte el sobre aprovechado mercado de la comida a las orillas de las carreteras constituye una de las principales áreas de pérdida de la vegetación y fragmentación del ecosistema, motivo real de la pérdida de la biodiversidad y que no muestra una regulación acorde al Área Natural Protegida.

El estudio de perfil de vegetación indica una cantidad normal de árboles para un bosque, pero se debe considerar que el área en la que se realizó el análisis es una zona reforestada previamente, por lo que la distribución o cantidad de árboles fue condicionada por humanos, ofrecen también una manera de juzgar la calidad en cómo están siendo reforestadas las zonas.

Además de toda la infraestructura con la que cuenta la zona de estudio y zonas aledañas, se pudo observar que en la parte más alta de esta zona fue construida un área de gotcha (Fig. 66), afectando de forma importante en la recuperación de cobertura vegetal, así como la de protección de esta zona, al tener un factor más de contaminación por la pintura que se utiliza y los daños directos a la vegetación.



Figura 66. Área de “Gotcha” localizada en el área reforestada, obsérvese la red que limita el área.

De manera general, el resultado de la investigación cartográfica indica que el área de estudio debería presentar condiciones favorables para un buen desarrollo de la comunidad, a pesar de todas las cualidades, existe el problema de la contaminación por sólidos en el valle de Salazar. Las condiciones político-administrativas es también un problema que debería superarse, pues el desentendimiento de las obligaciones ocasiona que se olviden los principales rubros para un Área Natural Protegida, aunque tal afirmación es un poco aleatoria pues existen ya zonas reforestadas, que sin embargo no consideran la pérdida de cubierta vegetal en las zonas de mayor erosión y potencialmente erosionables, como las carreteras y las que son convertidas con fines de recreación como las pistas para cuatrimotos, todas ellas en constante crecimiento. Además la laguna se ve afectada primordialmente por este problema de la basura.

El asentamiento humano, respecto a los últimos censos, presenta una tasa de crecimiento poblacional baja, de hecho puede observarse en la figura 65 zonas aún no ocupadas en esa época a diferencia de lo que se observa en la figura 66 donde se nota un leve incremento de la población, en ambas figuras marcadas con amarillo. Este hecho no concuerda con la creciente erosión del suelo aledaño a la laguna ni a la demanda de viviendas. Sin embargo, el hecho de encontrarse relativamente a poca distancia del Parque de La Marquesa, sitio muy concurrido de recreación de los habitantes de la capital del país, vuelve a Salazar una opción similar de concurrencia, además de las actividades agrícolas imperantes.

El subsistema socioeconómico y productivo presenta flujos o déficit relevantes principalmente por desempleo y bajos ingresos de la población, lo cual se puede observar en la calidad de vida presente en la zona, en su mayoría se piensa, son subsistidos por la zona turística de La Marquesa. La calidad de vida por ende se ve afectada, existe baja atención de servicios públicos incluyendo salud; aunque cabe mencionar que su estabilidad está determinada por la interacción de un número moderado de componentes, lo que lo convierte en un sistema estable pero frágil (INEGI, 2010) (INEGI, 2004). En la zona puede observarse que se cuenta con los servicios indispensables, es decir luz, agua y drenaje.

Análisis Físicoquímico

La Laguna de Salazar se encuentra clasificada dentro de los ambientes continentales como una serie Léntica Natural. (De La Lanza y col., 2003). Al cotejar los resultados obtenidos con los límites permisibles de contaminantes en el agua de las Normas Oficiales Mexicanas fue posible realizar un análisis más detallado sobre el estado de la Laguna de Salazar.

Uno de los factores a considerar y que apoya esto es la turbidez, ya que en la laguna de Salazar obtenemos un promedio de 8.07 unidades (UTN), y la NOM-127-SSA1-1994, establece que el límite es de 5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN), lo cual indica que las características físicas y organolépticas

de la laguna no son apropiadas. De los datos comparados con la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-002-ECOL-1996, las cuales establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Algunos parámetros fueron encontrados ya que los parámetros calculados no son todos los que se encuentran en la NOM-127-SSA1-1994.

Tabla 4. Límites permisibles

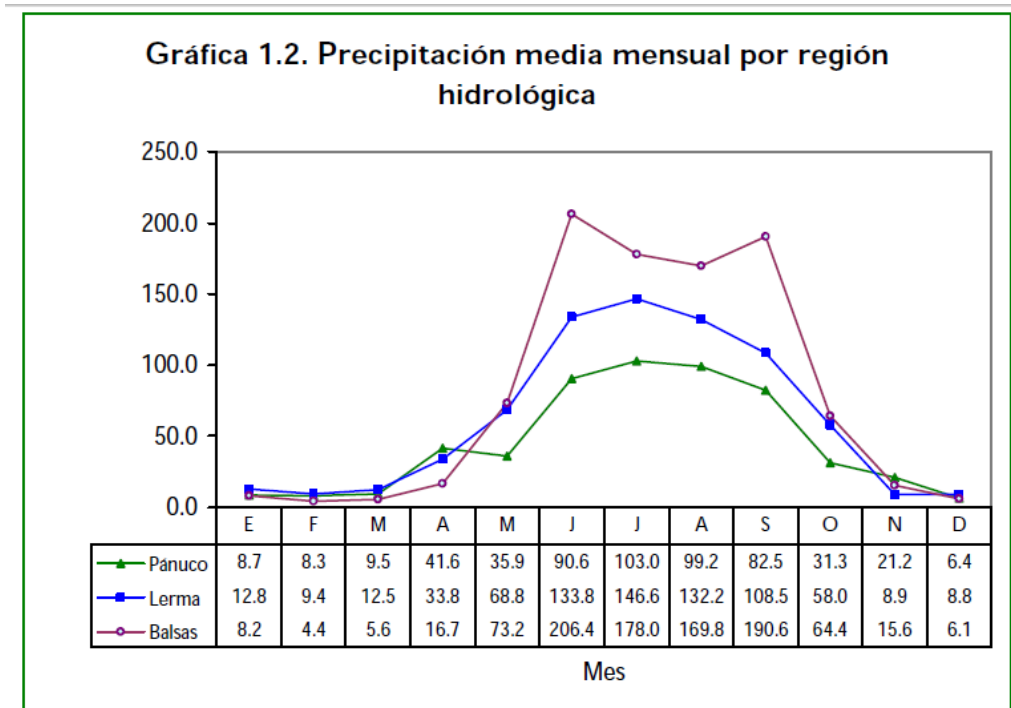
CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE	PROMEDIO (Laguna Salazar)
Cloruros (como Cl-)	250.00	16.27
Cobre	2.00	0.01
Cromo total	0.05	0.06
Dureza total (como CaCO₃)	500.00	93.20
Fluoruros (como F-)	1.50	0.18
Nitratos (como N)	10.00	1.9839
Nitritos (como N)	0.05	0.2486
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5	8.40
Sulfatos (como SO₄=)	400.00	10.87

Comparados con la NOM-127-SSA1-1994 y la NOM-002-ECOL-1996. La mayoría de los datos obtenidos se encuentran dentro o por debajo de los límites permisibles por las NOM's (en el caso de aguas residuales). Solo dos elementos sobrepasan los límites (ppm); Cromo y Nitritos; aunque no son valores muy elevados como se puede observar en la tabla 4.

Importancia de Época o Temporada (Lluvias y secas).

La figura 67, muestra la variación en la precipitación pluvial denotando dos épocas principales en la zona en las tres cuencas hidrológicas que abarcan el Estado de México, secas de noviembre a mayo y lluvias de junio a octubre. En diferentes condiciones se ha observado que la época de lluvias o secas está relacionada con la variación de los parámetros físico y químicos. En la temporada de lluvias los

compuestos químicos presentes en el agua son diluidos o lavados por lo que su condición varía en la cantidad disuelta en el agua.



Fuente: DGPCCA con información del INEGI (2006a)

Figura 67. Precipitación pluvial en las Cuencas hidrológicas del Estado de México, la que corresponde a Salazar, es la Cuenca del Lerma.

De igual manera se pueden apreciar tres fases de cambio en los parámetros a lo largo de la época de lluvias, uno al inicio (Abril-Mayo), donde los valores son elevados y tienden a bajar, el segundo a mediados (Agosto) donde se alcanzan los valores más bajos, y el último a fin de temporada (Noviembre) cuando los valores aumentan o disminuyen al máximo. Esto está influenciado por el ambiente y las características que presenta la zona, siendo factores que provocan un cambio en los parámetros.

Durante el periodo de lluvias puede observarse que los parámetros tienden a aumentar como se puede observar en los registros de dureza, sulfatos, cloruros, sílice, cromato, amonio, nitrito y nitrato; esto se puede deber a todos los componentes suspendidos en la atmósfera así como el arrastre de aguas superficiales hasta su depósito en la laguna. Los componentes que disminuyen

durante la época de precipitación son el dióxido de carbono, la alcalinidad, cromo hexavalente, lodo y bromo, esto se debe al aumento de volumen de agua en la laguna disolviendo estos compuestos.

De manera general sus sistemas hidrológicos han sido afectados por los depósitos de aguas residuales y desechos líquidos provenientes de actividades tales como el comercio y actividades recreativas, este tipo de actividades afectan a la composición de los cuerpos de agua, afectando de forma directa a la flora y fauna que en este habiten. Se pudo observar también que a pesar de que en los cuerpos de agua existentes en la zona de estudio, particularmente en la Laguna de Salazar, los niveles de agua se ven afectados como ya se mencionó anteriormente, en temporadas de lluvias y secas, haciendo que los riachuelos que se han formado por la erosión hídrica desaparezcan en temporadas de secas. Los niveles de agua en la Laguna no se ven afectados de una forma grave por los habitantes de la zona, puesto que el sistema no es apto para uso humano y tampoco se encuentra en condiciones para realizar actividades tales como la natación.

DESECHOS SOLIDOS

La basura son residuos sólidos que al mezclarse pierden capacidad de ser reutilizados o reciclados, una de las principales problemáticas que presenta la zona de estudio, es que no se cuenta con un servicio de colecta de desechos dentro de la comunidad de Salazar; esto fue constatado después de realizar una serie de entrevistas en las cuales los habitantes de la comunidad lo comentaron.

Pero la principal y mayor problemática de la contaminación es la que proviene de las zonas de recreación y de servicio alimentario que se encuentran en las zonas aledañas a Salazar, ya que al no haber un servicio de limpia o algún lugar especializado para el depósito de la basura, lo hacen en las zonas cercanas a la laguna. Vierten aceites y derivados de petróleo en el suelo y en los canales que se forman en dirección a la laguna, contaminación por materia fecal proveniente de los caballos que usan para fines recreativos.

El resultado de esta contaminación afecta en tres sentidos al ambiente; la basura que es arrojada al suelo cambia la posición química de este al igual que obstruye la germinación y el crecimiento de las plantas. El agua se contamina por la basura que se deposita en la laguna o a sus orillas, al concentrarse la basura en estos lugares se filtran compuestos lixiviados que contaminan al subsuelo. También existe una contaminación de aire por la descomposición de materia orgánica que es depositada en el suelo; al igual que por incendios y bacterias que son dispersadas por el viento.

Registro de Aves

La mayor amenaza para la supervivencia de las aves es la destrucción y la pérdida de su hábitat, pero también, en menor o igual medida, lo son las actividades humanas, actividades de esparcimiento, excursionistas poco respetuosos con el medio ambiente o la circulación masiva de vehículos por caminos rurales. No hay que olvidar tampoco introducidas en la laguna que compiten con las autóctonas. Y por último, la caza ilegal, los tendidos eléctricos, los aerogeneradores y el uso ilegal de veneno son también amenazas importantes para estos animales.

El impacto que puede provocar el hombre en los ecosistemas naturales afecta las poblaciones de aves residentes y migratorias en los diferentes ecosistemas, lo que unido a los cambios climáticos hace que la afectación pueda ser aún mayor, tal y como sucede en la laguna de Salazar. (Rappole y Morton, 1985).

Dentro de las aves observadas en la Laguna de Salazar, podemos encontrar aves migratorias como Ruddy duck, las cuales hacen de esta un lugar de refugio al clima del cual provienen. Estas aves migratorias pasan a ser aves nativas del Estado de México, ya que muchas de estas son migratorias regulares.

Pese a la gran diversidad de aves con las que cuenta el estado de México y su distribución documentada en la zona de estudio, se puede observar que la diversidad ha disminuido de forma alarmante, ya que de las 490 especies reportadas para el Estado de México en 1996 se ha perdido un total de 6.54% según lo reportado por una investigación realizada por el gobierno del estado de México en 2009, reportando un total de 458 especies hasta ese año; toda esta pérdida es debido a que actualmente la entidad sufre uno de los mayores índices de urbanización de nuestro país, lo cual ha provocado una reducción importante de las áreas naturales, como es posible observar en la zona de estudio; y aunque la mancha urbana ha tenido un crecimiento relativamente racional, la mayor pérdida, así como alteración en el sistema es la creación de espacios dedicados a la recreación, los cuales invaden y destruyen espacios vitales para estos organismos.

Registro de Vertebrados del Estado de México

De acuerdo a un estudio de estado, realizado por el gobierno del Estado de México, sobre la diversidad de fauna reportada para este, así como entrevistas realizadas entre los pobladores del Valle de Salazar, se realizó un listado de las especies existentes en el Estado de México, así como su posible aparición en la zona de estudio, la cual se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5. Organismos reportados para el Estado de México

Organismos	Especies Reportadas	Especies Endémicas
Peces	17	9
Anfibios	51	5
Reptiles	93	6
Mamíferos	125	33

Dentro de las especies endémicas de peces, se encuentra el *Girardinichthys multiradiatus*, pez endémico de la cuenca del Lerma, y el cual se encuentra dentro de la laguna de Salazar, y de cual se han realizado diversos estudios sobre su importancia.

Dentro de la fauna reportada para esa zona destaca Sapo (*Bufo bufo*), Conejo (*Oryctolagus cuniculus*), Zorrillo (*Vulpes vulpes*), Ardilla (*Sciurus vulgaris*), Jilguero (*Carduelis carduelis*), Murciélago (*Pipistrellus pipistrellus*), Colibrí (*Archilochus colubris*), Víbora de cascabel (*Crotalus basiliscus*) entre otras (Spaces. 2006).

Registro de Organismos Bentónicos

Dentro de la laguna de Salazar se realizó un registro de 11 órdenes de invertebrados bentónicos (tabla 1), con una mayor representación a lo largo del estudio de gasterópodos, anélidos, anfípodos, odonatos y hemípteros. Estudios realizados por Flores (2007) en el embalse Villa Victoria y De la Cruz (2010) en el embalse Ignacio Ramírez reportan los mismos órdenes encontrados en este estudio.

En la laguna de Salazar y de acuerdo a los criterios de De la Lanza sobre organismos indicadores de calidad de agua, los 11 órdenes de invertebrados acuáticos identificados, indican diferentes alteraciones en el sistema; dentro de la laguna de Salazar encontramos crustáceos, moluscos, anélidos y diversos insectos los cuales nos indican una alteración baja o nula en la laguna.

Estudios realizados por Wasson & Marín (1998) y Flecker & Felfarek (1994) en cuerpos de agua con condiciones similares a la de la Laguna de Salazar indican, que una baja o alta densidad de invertebrados dependerá de los niveles de agua dentro del sistema, ya que al elevarse los niveles de agua, la población de organismos bentónicos tendrá una recuperación en su densidad como se puede observar en amphipodos y gasterópodos, en el cual hay una variación mes con mes (debido a temporadas de secas y lluvias). La elevación o disminución de algunos grupos también se debe a la aparición de otros en diferentes épocas del

año. Se pudo observar una diferencia en cuanto a la variación de biomasa de algunos organismos a lo largo del estudio, pero nunca una desaparición total de estos.

La intolerancia de los organismos bentónicos a alteraciones dentro de sistemas acuáticos de acuerdo al índice Biótico de Beck, el cual se basa en tres clases de bentos: Clase I (intolerantes), Clase II (facultativo), y Clase III (tolerante a la contaminación); los organismos encontrados en la zona de estudios (tabla 2) recaen en la clase I y II, lo cual nos puede indicar una contaminación baja dentro del sistema. (De la Lanza, 2011)

Según la forma de vida que tengan los moluscos, pueden ser muy útiles los que son sésiles o semisésiles (bentónicos) pues sirven como indicadores receptivos de los contaminantes, los cuales con el tiempo pueden acumularse en el tejido de los moluscos y mostrar reacciones morfológicas y fisiológicas que denotan el grado de toxicidad y los efectos nocivos del medio que los rodea. (De La Lanza, 2003). Algunas especies presentes en el estado de México son: *Lymnaea palustris*, *Lymnaea viator*, *Stagnicola attenuata* pertenecientes a la familia *Lymnaeidae* y son indicadores de ambiente no (o moderadamente) contaminado; de la familia *Planorbidae* se encuentra *Planorbella (pirosoma)*, Indicador de ambiente no contaminado; de la familia *Unionidae*, la especie *Anodonta Chalcoensis* es también indicador de ambiente no contaminado (De la Lanza, 2000).

Los insectos acuáticos son un grupo de organismos con formas muy variadas, que comparten una característica en común: la dependencia del agua, al menos, en alguna fase de su ciclo de vida. Su importancia en el biomonitoreo es que algunos taxones son muy sensibles a la contaminación, pudiendo responder con cambios en la densidad de población, en la estructura de la comunidad y hasta en su extinción. Existen 10 órdenes que contienen insectos acuáticos, cinco de ellos (Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Tricoptara y Megaloptera) son ordenes en las cuales casi todas las especies tienen larvas acuáticas, el resto (Heteroptera,

Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera) son parcialmente acuáticos, pasan la mayor parte de su vida adaptados a vivir en el medio acuático (Pujante 1997).

Parásitos de Vertebrados

El Orden Hirudineos y la Clase Trematoda, presentes en las muestras colectadas, son considerados parásitos de vertebrados ya que incluyen a peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, y estos organismos se encontraron en las vísceras de los peces, según De la Lanza, 2000 *Margotrema bravoae* es parasito de *Girardinichthys multiradiatus* habitando en el intestino, otro parasito de este pez es *Posthodiplostomun mínimum* que habita en hígado, musculo, ojos, piel y se ha encontrado en el Estado de México, Ciénega de Lerma.

Conclusión

La laguna de Salazar así como todo el medio en conjunto es de gran importancia para el desarrollo óptimo de la comunidad. Es posible observar los cambios que se han dado en la localidad a los largo de los años a través de los puntos analizados en el presente estudio.

El análisis cartográfico ayudó a observar los cambios que se han dado en la estructura de cada uno de los sistemas; afectando mayoritariamente a la edafología y vegetación de la zona, ya que al no existir un programa de estructuración del uso de suelo, los habitantes de la zona han hecho uso indiscriminado de este, primordialmente en construcción habitacional y con fines recreativos. Al haber cambios en el uso de suelo se ve afectado de forma directa su hidrografía y la composición del suelo.

De acuerdo a las fotografías aéreas analizadas y a las visitas realizadas en la zona de estudio fue posible observar los cambios que ha tenido la cobertura vegetal, en la cual hay un incremento importante de esta hacia las orillas de cerros y montes, caso contrario en las partes más elevadas de estas, ya que para la creación de nuevos lugares recreación ha sido injustificadamente la eliminación de

ciertos organismos. Aunado a esto, se recabaron testimonios los cuales comentan que aún existe tala ilegal en la zona.

La laguna de Salazar es uno de los más afectados por la acción humana y en la cual se han visto cambios en su estructura física y química, muchos de estos debido a la contaminación directa de la actividad turística y comercial, y la mayoría de los desechos sólidos y en particular los desechos líquidos, son depositados en la laguna, provocando cambios en la composición química de esta.

Después de realizar el análisis fisicoquímico de la laguna, fue posible observar que el cuerpo de agua no se encuentra en un nivel de eutrofización tan crítico como podría esperarse después de lo observado en las visitas hechas a la zona de estudio, y a pesar de que la laguna llega a secarse totalmente en temporada de seca, tiene una recuperación óptima en temporada de lluvias.

Todo este conjunto de alteraciones que presenta el sistema, ha tenido una gran repercusión en la fauna de la zona, dentro de los organismos que se encuentran en peligro por la acción humana, ésta *Girardinichthys multiradiatus* un pez endémico de la zona, del cual Cruz Gómez entre otros autores, han documentado la distribución de su población con el paso de los años. Las aves que residen en la zona, así como migratorias, ya no encuentran las condiciones idóneas de anidación, alimentación y reproducción. Otra de las especies sensibles a todas estas alteraciones es el *Ambystoma mexicanum*, una especie contradictoria en cuanto a los resultados obtenidos a lo largo del estudio, pese a que se encontraron niveles un tanto elevados de contaminación en la laguna, fue posible encontrar una población considerable de estos organismos. Los organismos que ayudaron a determinar el nivel de contaminación en la laguna, además de los parámetros fisicoquímicos, fueron los artrópodos, en la cual se encontraron organismos como los anélidos los cuales son tolerantes a aguas contaminadas por plaguicidas, dípteros tolerantes a contaminación orgánica, efemerópteros tolerantes a agua medianamente contaminadas; pero así como se encontraron organismos tolerantes a contaminación, también se encontraron organismos intolerantes a cualquier tipo de contaminación, como los moluscos.

Tomando en cuenta los criterios de De la Lanza para considerar a los organismos bioindicadores de alteraciones en sistemas acuáticos e índices de intolerancia, la laguna de Salazar se encuentra en un estado de contaminación baja, pero en riesgo de elevar un nivel de eutrofización por el uso que se le da a este y a sus alrededores. Considerando el registro de parámetros fisicoquímicos y la presencia de invertebrados bentónicos es posible decir que la Laguna se encuentra en estado óptimo, pese a esto, al realizar visitas a la zona de estudio es posible observar de manera directa una gran cantidad de contaminación por residuos sólidos, materia fecal del ganado que circula en la zona, derivados de petróleo provenientes de zonas vecinas, aguas residuales, entre otros. Es aquí donde radica la importancia de realizar estudios de reconocimiento de vertebrados e invertebrados, análisis físico y químico de cuerpos de agua, así como de suelo, calidad del aire, identificación de desechos, así como el uso que se les da a cada uno de los recursos encontrados en la zona; ya que el conjunto de todo este estudio, ayudará para una recuperación y mantenimiento óptimo de la zona.

Propuestas

Las propuestas deben encaminarse hacia el problema principal que son los desechos sólidos (basura), podrían haber actividades de mitigación como las campañas de limpieza y/o colocar contenedores para la basura.

La divulgación de la importancia del lugar como zona ecológica, económico y cultural, así como las pautas para su conservación, ya que representan gran importancia para una área natural protegida que debe conservar las condiciones naturales y dedicarlas al bienestar de los visitantes y las generaciones futuras, lo cual se logra elaborando propaganda vistosa y creativa para invitar a los visitantes a conservar limpio el lugar.

Dar a conocer el estado ecológico de la laguna y hacer énfasis en el impacto que las diversas actividades tienen sobre el ecosistema y al mismo tiempo dar a

conocer las formas de vida que se encuentran bajo protección o que se encuentran en peligro de extinción son relevantes para tener una mayor concientización, realizando una feria de divulgación de la importancia de la conservación de la Laguna de Salazar.

El mayor reto que se encuentra en la zona, es la concientización de los pobladores y visitantes, formar una conciencia ecológica y armonía con el ambiente; a pesar de que la Laguna de Salazar es un ambiente relativamente pequeño, es de gran importancia y de una riqueza florística y faunística; ya que dentro de ella podemos encontrar especies endémicas como el pez *Girardinichthys multiradiatus* y *Ambystoma lermaense*; aves como la Codorniz Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) o como el Zumbador mexicano (*Atthis heloisa*), Chipe Rojo (*Ergaticus ruber*) entre otras, especies que no fueron observadas durante el estudio presente, pero de las cuales existen registros para la zona. Mamíferos como el *Neotomodon alstoni* (ratón de los volcanes) o como la *Thomomys umbricatus* (tuza) ya no es posible observarlos, y así como estos ejemplos existen muchas más especies.

Lo anterior podría realizarse primero, regulando el uso de agua con fines agrícolas y evitando los contaminantes; realizando ferias de divulgación sobre la importancia de la flora y fauna de la laguna de Salzar, así como organizar visitas guiadas para la observación de aves con la ayuda de expertos, y de igual manera la integración de los pobladores de la zona mediante la capacitación para los mismos fines.

Considerando lo anterior, la laguna de Salazar y sus alrededores es una zona que se puede recuperar, pero es importante la participación de pobladores y visitantes, el gobierno del Estado de México debería de prestar mejores servicios sanitarios, colocar depósitos de basura para erradicar la contaminación de desechos sólidos en la laguna y en áreas verdes.

Realizar pláticas entre los comerciantes de la zona y concientizarlos de los riesgos que tienen la decantación de sus desechos líquidos al medio. Realizar campañas de reforestación en los alrededores de la laguna y de la zona; hacer una zona

ecoturística sustentable, aprovechar los espacios sin la necesidad de eliminar población vegetal. La figura 68 muestra una propuesta de las mejoras que se podrían realizar



Figura 68. Propuestas de mejoras en la zona

Literatura citada

- Arriaga, L., Aguilar, C., Espinosa-Organista, D., Jiménez, R. 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.
- Chu, H.F. 1949. The immature Insects. WM. C. Brown company publishers.
- Comisión Nacional del Agua. 2010. Consultado el 20 de Junio de 2010 <http://www.conabio.gob.mx/>
- Cruz-Gómez, A., Rodríguez-Varela, C. 2012 “Estudio ecológico de la laguna de Salazar en el Estado de México: Un ecosistema amenazado” XXXI Coloquio de Investigación. Celebrado del 22 al 23 de Agosto del 2012. FES Iztacala, UNAM. México.
- Cruz-Gómez, A. y C., Rodríguez-Varela. 2012. “Distribución y reproducción del pez amarillo *Girardinichthys multiradiatus* en cuerpos de agua del Estado de México. XIII Congreso Nacional de Ictiología y 1° Simposio Latinoamericano de Ictiología del 29 de Octubre al 2 de noviembre del 2012. San Cristóbal de las Casas Chiapas, México.
- De la Cruz, R.G. 2010. Características tróficas de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) del embalse Ignacio Ramírez, Estado de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, U.N.A.M.
- De la Lanza Espino G., Hernández Pulido S. Carbajal Pérez J.L., 2000, Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdés. México. 633 pp.
- De la Lanza, E. G., Hernández, P. S. 2003. Manual para la colecta, el manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de calidad del agua. AGT Editor. México. 223 pp.

- De la Lanza, E. G., Hernández, P. S., Carbajal, P.J. L. 2011. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Instituto de Biología. UNAM. Ed. Plaza y Valdes. 643pp.
- Dirzo, R. 1994. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México, México. D.F. 40-60pp.
- Flecker A., Felfarek B. 1994. Disturbance and the temporal variability of invertebrate assemblages in two Andean streams. *Freshwater Biology*. 31: 131-142
- Gobierno del Estado de México, 2000. Diagnóstico Ambiental del Estado de México. Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Dirección de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Gobierno del Estado de México, 2002. Diagnóstico del Estado de México, mediante indicadores ambientales de desempeño y regionalización por cuencas hidrológicas.
- Gobierno del Estado de México, 2005. Plan regional de desarrollo urbano del Valle de Toluca. Vol. I. Gobierno del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México, 2007. Diagnóstico ambiental del Estado de México por regiones hidrográficas. Gobierno del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México, 2010. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma. Consultado el 24 de Marzo de 2010 en: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/lerma/PMDUlerma.pdf
- González, G. 2009. Entronque la Marquesa, carretera México-Toluca. Estudio de Impacto Ambiental. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).
- INEGI. 2010. Información Geográfica: tipos de clima. Consultado el 24 de marzo de 2010 en: <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/edomex/clim.cfm?c=444&e=15> <http://200.67.183.230/ZONADESCARGA/DAEM%202000.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2004. Estadística y Geografía: Censos económicos 2004

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. Información Geográfica: Tipos de Clima
- Lozada, Z.E., Pulido., F.G., Gordillo, M.A.J., Prieto, G.F., 2006. Determinación de metales pesados en *Cyprinus carpio* en la laguna de Metztlán, Hidalgo. Centro de investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Méndez-Sánchez J.F., Soto, G. E., Paulo, M. J., Hernández, H. M. A. 2001. Ictiofauna del Estado de México. Ciencia Ergo Sum. 1(9): 87-90
- Merritt, R.W., Commins, K.W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd Ed. Kendall/Hunt publishing company
- Mittermeier, R. Mittermeier, C.G. 1992. Importancia de la diversidad Biológica de México En: Sarukhan J&R. Dirzu (eds). México ante los retos de la biodiversidad, CONABIO. México. D.F.43-55pp.
- Navarro, A., López, M., Caire, G. 2004. Estudio, análisis y propuestas para el fortalecimiento de los programas municipales de saneamiento ambiental existentes en la Cuenca Lerma-Chapala. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología.
- Needham, J.G., Needham. 1978. Los seres vivos de las aguas Dulces. Editorial Reverté S.A.
- Pujante M. A. M. Los artrópodos y el hombre. BOL. S.E.A. no. 20, 1997, 277-284.
- Rodríguez-Varela, A. del C., A. Cruz-Gómez., Vázquez-Guerra, V.2012. Ciclo reproductivo del pez amarillo *Girardinichthys multiradiatus*, (Pisces: Goodeidae) en la laguna de Salazar, Estado de México. XXXI Coloquio de Investigación. Celebrado del 22 al 23 de Agosto del 2012. FES Iztacala, UNAM. México.
- Rosales, S.J. 2004. Conociendo las aves acuáticas de la zona lacustre y chinampera del suroriente de la ciudad de México.

- Rosas, P.I., Ruíz, S.G. 2006. Calidad del aire y la relación ciudad-bosque en la cuenca del Valle de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- SARH.1993. Diagnóstico del Parque Nacional Ins. Miguel Hidalgo Costilla. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Consultores en Ecología y Medio Ambiente. 33 páginas, más anexos.
- SCT. 2010. Página Inicial: Zona de búsqueda de carreteras del Estado de México. Consultado el 24 de Marzo de 2010 en: <http://www.sct.gob.mx/>
- SCT. 2010. Página Inicial: Zona de búsqueda de carreteras del Estado de México. Consultado el 24 de Marzo de 2010 en: <http://www.sct.gob.mx/>
- Spaces. 2006. La Marquesa Parque Turístico: el sitio con mayor vegetación y aire puro del estado de México. Consultado el día 16 de Junio de 2010 en: <http://lamarquesaparque.spaces.live.com/>
- Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDUR). 2010. Plan municipal de desarrollo urbano de Lerma. H. Ayuntamiento de Lerma. Estado de México. Febrero. 248 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2007. Molino de las Flores, Iztacchuatl y Popocatepel y la reserva de la biosfera de la Mariposa Monarca.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 1997. Agenda Ambiental. Consultado el 18 de marzo de 2010 en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_taller_revision_tr/guadalajara/4_agenda_amb_y_caract.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. Agenda verde. Conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad. Consultado el 18 de marzo de 2010 en: <http://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/ptp/ServletImagen?tipo=pdf&idDoc=145>
- Secretaría del Medio Ambiente. 2007. Situación de la Flora y Fauna del estado de México respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2001. Gobierno del estado de México. Dirección General de Prevención y Control de la

Contaminación Atmosférica, Departamento de Diagnóstico. Tlalnepantla de Baz, Estado de México. 40 p.

- Smith, D.G. 2001, Pennak's freshwater invertebrate of the United States. Porifera to crustacea. 4th Ed., Johey Weley & Sous, Inc. United States, 638p
- Thorp, J.H., Covich, A.P. Ecology and Classification of North American freshwater Invertebrates, 2nd Ed. Academic Press.
- Vargas M.F. 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección: Grandes Problemas Nacionales. Serie: Los Bosques de México. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México, D.F. 266 págs.
- Vargas, M. F. 1996 Parques Nacionales de México, Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México. Instituto nacional de ecología SEMARNAP. 105-111 pp.
- Vargas M.F. 1997. Parques Nacionales de México, Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuesta en torno a los parques nacionales de México. INE. SEMARNAP. México. 1^a ed. 261 pp.
- Wasson, J.G., Marín, R. Tipología y potencialidades biológicas de los ríos de la altura de la región de La Paz: Metodologías y primeros resultados. Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales de la Salle. XLVII:97-122.
- Zavaleta, M.G; 2002. Diagnóstico Ambiental del Estado de México, mediante indicadores ambientales de desempeño y regionalización por cuencas hidrográficas. Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Consultado el 20 de junio de 2010 en: <http://200.67.183.230/ZONADESCARGA/DAEM%202002.pdf>