

# CARACTERIZACION Y DIAGNOSTICO DEL EMBALSE DE “MANATIALES DE BELLAS FUENTES”, DEL MUNICIPIO DE COENEO, MICHOACAN

*Rubí Flores Ruiz  
Jaime Nava Velásquez<sup>1</sup>  
Pablo Bañuelos García<sup>2</sup>*

## Resumen

Michoacán, es uno de los estados de la República Mexicana que cuenta con importantes recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, siendo los primeros los más abundantes y los que más se aprovechan. El estado forma parte de cuatro regiones hidrológicas a saber: en la porción norte se localiza la región número 12, Lerma-Chapala-Santiago, en la porción central se ubica la región número 18 del Río Balsas, y en la Sierra de Coalcomán y la Zona Costera, están ubicadas las regiones números 16, Armeria-Coahuayana y 17 Costa de Michoacán.

En la región hidrológica número 12, Lerma-Chapala-Santiago, se localiza el embalse de “Bellas Fuentes”, dentro del municipio de Coeneo, que no sólo representa un lugar de esparcimiento sino contribuye a sustentar la producción agrícola de la Ciénega de Zacapu.

Sin embargo, actualmente el embalse enfrenta una serie de problemas como el azolvamiento, con la consecuente disminución de la profundidad, la proliferación de malezas acuáticas y probablemente contaminación, por lo cual se hace necesario, realizar un diagnóstico sobre las condiciones en que se encuentra dicho cuerpo de agua, que permita definir una serie de acciones que protejan de cualquier afectación a los manantiales, asegurando la fuente de abastecimiento de agua y la conservación del sitio. Para la realización del diagnóstico se llevo a cabo el inventario y caracterización del arbolado, y la propuesta de una serie de acciones para su recuperación y conservación, el análisis de la calidad del agua y las condiciones en que se encuentran las comunidades de organismos acuáticos, además se efectuó un levantamiento topográfico y batimétrico, así como una propuesta para dotar a la zona de la infraestructura y equipamiento básicos que permitan a la población acceder a espacios adecuados para la práctica del deporte y la recreación al aire libre.

De los resultados obtenidos se concluye que los recursos naturales del Lago de “Bellas Fuentes” tienen un gran valor paisajístico y recreativo que lo convierten en un lugar privilegiado para el esparcimiento y convivencia familiar, además representa una importante fuente de abastecimiento de agua para los habitantes de la región, por lo cual, es de gran importancia gestionar ante la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente se decrete como Área Natural Protegida en la categoría de **PARQUE URBANO ECOLÓGICO**.

---

<sup>1</sup>Investigadores adscritos al CIIDIR-IPN Unidad Michoacán  
Justo Sierra 28. Jiquilpan, Mich. Tel. 013535330218  
[rubieflores@hotmail.com](mailto:rubieflores@hotmail.com)

<sup>2</sup> Becarios COFFA

## Introducción

La mayor parte del agua del planeta está almacenada en los océanos (97.39%) y en los *inlandsis*, glaciares y banquisas (2.01%). El resto está contenido, en su mayoría, en las formaciones geológicas (0.54%). Sólo 0.06% escurre como agua superficial, de la cual más de la mitad es salada, y por lo tanto, no potable. En realidad, el agua dulce disponible constituye menos de 0.02% de la hidrósfera. De estas aguas superficiales, 95% está almacenada en lagos, dejando tan sólo 0.001% para todos los ríos y arroyos.

La escasez del agua es uno de los principales problemas que enfrenta actualmente la humanidad y su tendencia es a agudizarse en las décadas siguientes. La vulnerabilidad de los recursos hídricos está aumentando debido a presiones que surgen por el aprovechamiento y explotación del agua, que hacen perder de vista sus efectos secundarios, como son la contaminación y el deterioro ambiental. Probablemente este problema será fuente de inestabilidad social y política en muchas localidades y regiones del mundo (Guzmán, 2002:137-148)

En nuestro País, la gran diversidad de climas, ecosistemas, fisiografía y actividades económicas, hace que se presenten tanto problemas de escasez y exceso de agua, como de contaminación del recurso aprovechable. Por ejemplo, el 82% del volumen almacenado se tiene bajo la cota de 500 metros sobre el nivel del mar, mientras que el 76% de la población nacional vive arriba de dicha cota, es decir, tanto la población como las actividades económicas en México, se distribuyen en relación inversa con la disponibilidad de agua. Menos de una tercera parte del escurrimiento superficial ocurre en 75% del territorio, donde se concentran los mayores núcleos de población, las industrias y la agricultura de riego.

Michoacán, es uno de los estados de la República Mexicana que cuenta con importantes recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, siendo los primeros los más abundantes y los que más se aprovechan. El estado forma parte de cuatro regiones hidrológicas a saber: en la porción norte se localiza la región número 12, Lerma-Chapala-Santiago, en la porción central se ubica la región número 18 del Río Balsas, y en la Sierra de Coalcomán y la Zona Costera, están ubicadas las regiones números 16, Armeria-Coahuayana y 17 Costa de Michoacán. (Catálogo de Biodiversidad en Michoacán 2005:318-384)

En la región hidrológica número 12, Lerma-Chapala-Santiago, se localiza el embalse de "Bellas Fuentes", dentro del municipio de Coeneo, que no sólo representa un lugar de esparcimiento para la zona, sino que también, significa una fuente importante de abastecimiento de agua para los habitantes de Bellas Fuentes y además, contribuye a sustentar la producción agrícola de la Ciénega de Zacapu.

Sin embargo, actualmente el embalse enfrenta una serie de problemas como el azolvamiento, con la consecuente disminución de la profundidad, la proliferación de malezas acuáticas y probablemente contaminación, por lo cual el objetivo de este trabajo es, realizar un diagnóstico sobre las condiciones en que se encuentra dicho cuerpo de agua, que permita definir una serie de acciones que protejan de cualquier afectación a los manantiales, asegurando la fuente de abastecimiento de agua y la conservación del sitio, así como determinar la categoría de manejo que le corresponde al lugar de acuerdo a las características propias del área y en base a la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán.

## Zona de Estudio

El Municipio de Coeneo, se ubica al norte del Estado, con una superficie de 400 kilómetros cuadrados aproximadamente. Limita al norte con los municipios de Huaniqueo y Jiménez, al este con Morelia, al sur con Quiroga y Erongarícuaro y al oeste con Zacapu. Se divide en 39 localidades, y una de ellas es Bellas Fuentes, en donde se encuentra el lago y se localiza a 13 kilómetros al oeste de la Ciudad de Coeneo de la Libertad (cabecera municipal). El lago de “Bellas Fuentes” geográficamente se ubica en las coordenadas  $19^{\circ}49'18''$  de latitud norte y  $101^{\circ}40'47''$  de longitud oeste, a una altitud de 1990 metros sobre el nivel del mar. (Fig. 1)

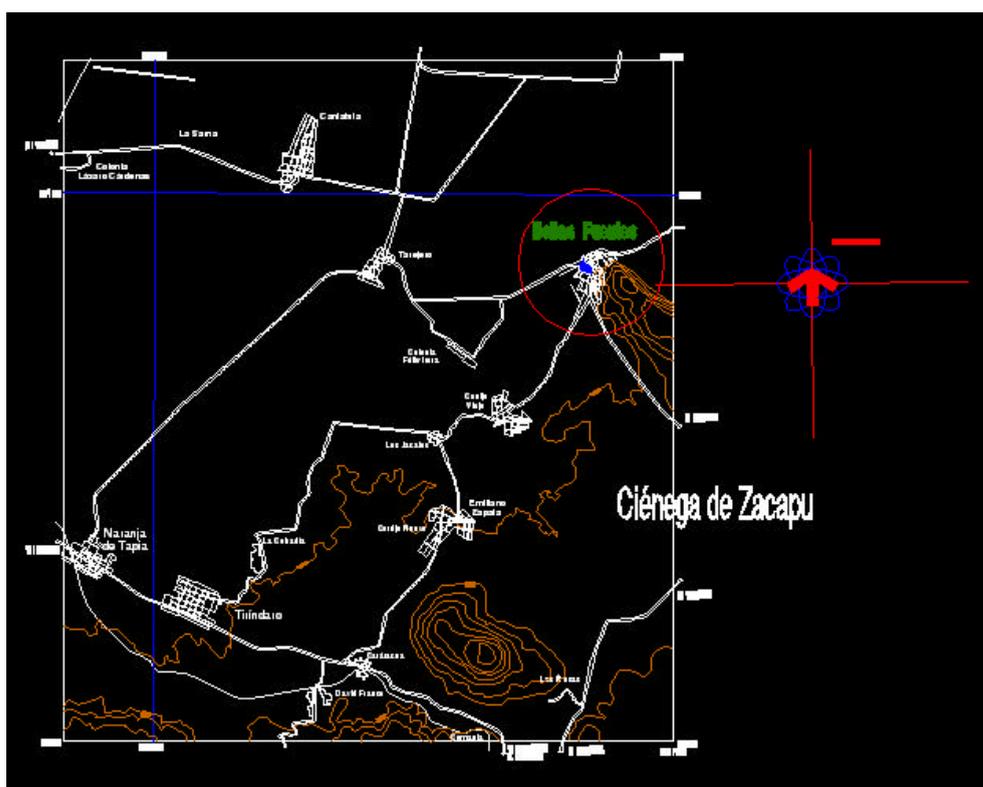


Fig. 1 Localización geográfica.

El lago de “Bellas Fuentes” se ubica en una región de suelos lacustres, integrados por depósitos recientes del material derivado de la destrucción de rocas por agentes químicos y climatológicos, generalmente está formado por arcillas y sales, dichos suelos, forman parte del Distrito de Riego No. 22 “Ciénega de Zacapu”. En dirección este-sureste se ubican las elevaciones montañosas de los cerros de “La Cruz” y del “Pedregal”, en los cuales se encuentran rocas ígneas del tipo de las andesitas, mientras que hacia la parte baja se presentan suelos de tipo aluvión, es decir, suelos formados por el depósito de materiales sueltos (gravas, arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. En dirección noroeste-sureste de los cerros mencionados anteriormente, se presenta una falla normal, es decir, una ruptura de la corteza donde ha habido desplazamiento entre los bloques.(fig.2) (INEGI, 1978)

El área de estudio pertenece a la Cuenca Lerma Chapala, Subcuenca del Río Angulo, con una extensión aproximada de 2 063 kilómetros cuadrados, dicho río nace cerca de la población de Zacapu, sigue una dirección general de sur a norte y en el municipio de Villa Jiménez recibe las aguas del Río La Patera y arroyo de Aranjuez para desembocar en el río Lerma, cerca de la población de Conguripo. Entre los aprovechamientos que se han hecho de las aguas de éste río, están la Presa de Copándaro en el río La Patera y la Presa Aristeo Mercado (Wilson), ambas utilizadas con fines de riego agrícola y generación de energía.

El agua de los manantiales y del lago de "Bellas Fuentes" es vertida al río Angulo a través de los canales conocidos como el "Chorro" y "Circunvalación-Pescadero". (INEGI, 1988)

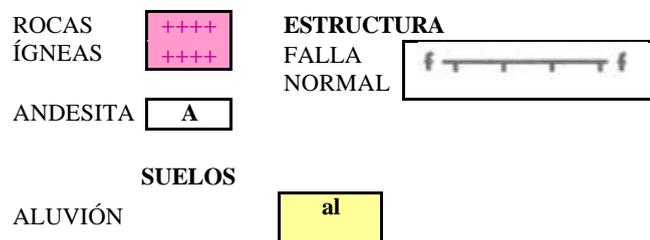
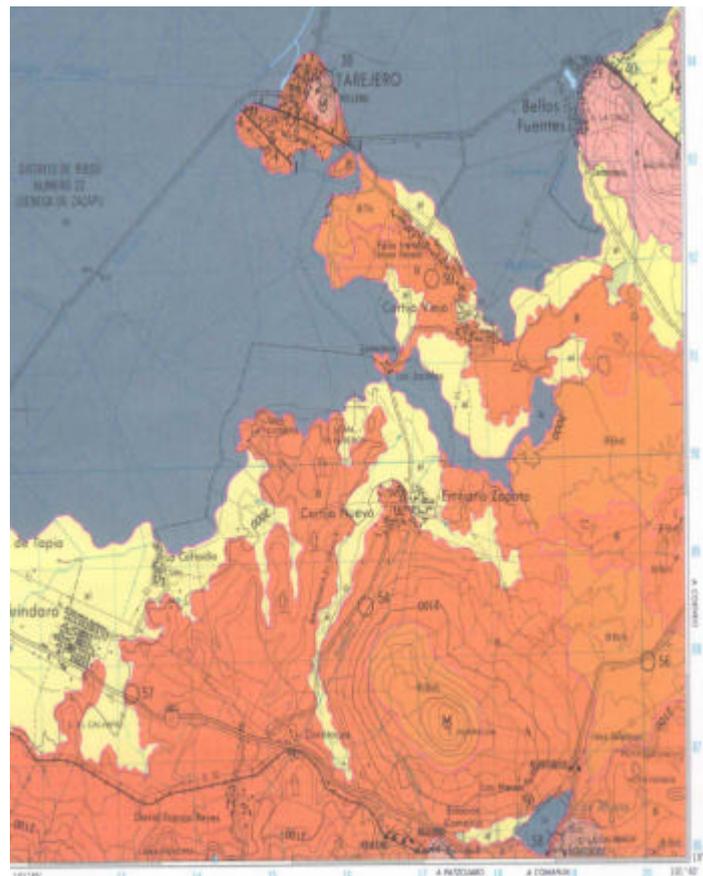


Fig. 2 Condiciones geológicas de la zona

De acuerdo al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, modificado por García en la región de “Bellas Fuentes” se presenta un tipo de clima C (W1) W, es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano, porcentaje de precipitación invernal menor de cinco, intermedio en cuanto a humedad. El rango de temperatura media anual es de 16-18°C, frecuencia de granizadas en el rango de 2-4 días anuales, precipitación media anual rango de 800-1000 mm y frecuencia de heladas de 40-60 días anuales. (INEGI, 1988)

## METODOLOGIA

### Estudio del Arbolado

Se delimito el área de estudio mediante el levantamiento topográfico, el cual se realizó utilizando una estación total marca Spectra Physics, modelo DC600, con aproximación de 5 segundos, tres prismas y un geoposicionador (GPS) marca ASTECH, modelo Reliance con corrección de posproceso en una estación de primer orden ubicada en el propio CIIDIR. Se llevo a cabo un reconocimiento de la zona con un recorrido por la orilla del lago, así como de cada una de las islas que lo integran, durante el trayecto se efectuó un conteo directo del arbolado existente, además de determinar los nombres científico y común, se midió el diámetro, la medición de éste parámetro se ha uniformizado en el llamado diámetro a la altura del pecho (DAP), que se toma a 1.30 m de la superficie del suelo, para determinar este parámetro se empleó una forcípula marca Haglof, modelo S 88200.

### Estudio Limnológico.

Este lago presenta 13 islas artificiales que modifican la dinámica hidrológica tanto que se presentan tres sitios que pueden ser considerados como si fueran sistemas independientes (área de manantiales, entre las islas y en la salida), en cada uno de ellos se ubicó una estación con el fin de caracterizarlos, utilizando un multisensor Data Sonde 4 marca Hydrolab se tomaron los siguientes parámetros: Temperatura (C°), concentración de oxígeno disuelto (ppm), porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%), conductividad eléctrica ( $\mu\text{ms}$ ), sólidos totales disueltos (ppm), pH, salinidad (‰), profundidad (m), turbidez (NTU), nitrógeno amoniacal (ppm); también, se colectaron muestras de agua para determinar: Alcalinidad y dureza total (ppm de  $\text{CaCO}_3$ ), Bacteriológicos: Coliformes totales y fecales y Determinación de Demanda Biológica y Química.

Además se tomaron muestras de microorganismos del fondo (Bentos), y de la columna de agua (Plancton). Los primeros con una Draga Eckman, los segundos con una red circular con copo a la cual se vierte un volumen conocido de agua del sitio.

La evaluación biológica se realizó a través del análisis de los niveles de energía: bentos y plancton, el primero de ellos se hizo mediante la revisión de las muestras de fondo tomadas con una draga Eckman de 20 x 20 cm., posteriormente se lava colocando la muestra en una cubeta en cuyo fondo se coloca un cernidor de 420 micras con el propósito de eliminar el exceso de lodo, a continuación se coloca en un frasco y se fija con alcohol al 70 %, estas muestras se revisan en laboratorio a la lupa y se separan e identifican los grupos de organismos presente; para el segundo caso se cualifican y cuantifican los organismos resultantes de filtrar 50 litros de agua, a través de una red de

220  $\mu$ , los organismos capturados se concentran en el copo de dicha red y se pasan a un frasco el cual contiene al alcohol al 70 %, con el propósito de fijarlo para su posterior análisis en el laboratorio.

Para el inventario de especies de peces en el lugar se instalaron dos redes agalleras por 12 horas incluyendo una noche, de 3 1/8 " y 4 1/2 " de luz de malla y 50 m de largo.

#### Secuencia de diseño arquitectónico

Se abordó definiendo en primera instancia el programa de necesidades del sitio, para lo cual se realizaron entrevistas y consultas entre la comunidad y autoridades del lugar, sobre lo que ellos consideraban más importante de lo que su embalse debe ser y sobre su potencial. De manera paralela se llevó a cabo la caracterización física del sitio, la cual consistió en la realización de un levantamiento topográfico, fotográfico y la delimitación general de la zona de estudio. Como parte importante en la secuencia de diseño se realizó un levantamiento fotográfico del sitio con la finalidad de hacer el correspondiente análisis de paisaje, a través del cual se dará la pauta a las propuestas formales de carácter arquitectónico; el levantamiento fotográfico se llevó a cabo con una cámara digital de 3 mega píxeles de resolución que da la posibilidad de hacer secuencias fotográficas necesarias en el análisis.

En este orden se generó el Programa Arquitectónico del sitio que conjuntamente con un sencillo análisis de sus sistemas de relación, se determinó un esquema general de zonificación, el cual quedó estructurado a través de las siguientes actividades:

- a) Actividades de recreación y deporte
- b) Actividades de convivencia comunitaria
- c) Actividades de educación ambiental
- d) Producción de alimentos

Finalmente se procedió a elaborar la propuesta arquitectónica la cual se resolvió a través del método de "calcas sucesivas"<sup>3</sup>. La interpretación gráfica del proyecto se efectuó utilizando un programa de diseño asistido por computadora (AutoCAD). Es importante mencionar que el material gráfico generado no tiene un carácter ejecutivo, sino únicamente indicativo, lo cual quiere decir que se establecieron exclusivamente criterios generales de diseño que puedan servir de base para la toma de decisiones de toda acción y proyecto que se lleve a cabo en el embalse de Bellas Fuentes y que para llegar a la etapa ejecutiva del proyecto será menester realizar los estudios técnicos pertinentes.

#### Resultados.

##### Estudio del Arbolado

La vegetación se caracteriza por la presencia de un estrato arbóreo constituido por fresnos, sauces, ahuehuetes, eucaliptos y pirules distribuidos en cada una de las islas y a lo largo de la orilla, esta asociación no constituye un tipo de vegetación bien definido, ya que suelen mezclarse elementos nativos e introducidos.

---

<sup>3</sup> Debido a que el proceso de diseño es un proceso mental sumamente complejo, y que se trata de una actividad eminentemente creativa, se menciona aquí al método más común, que es el de "**calcas sucesivas**", que de alguna manera permite en todo momento tener una representación gráfica del proceso de diseño, desde los croquis generales hasta los planos de ejecución de obra y permite aproximarse a las soluciones de diseño en respuesta al conjunto de necesidades y requerimientos planteados para llevarlos a un modelo gráfico.

Se inventariaron un total de 320 árboles, de los cuales el 91.5% se encuentran en las islas, registrándose en estas 293 árboles, entre especies propias del bosque de galería y de especies introducidas, en el cuadro 1, se muestra el número de individuos por especie y su diámetro promedio.

En dicho cuadro se puede observar que el arbolado más numeroso en las islas es el fresno, mientras que la especie que muestra el mayor valor promedio de diámetro a la altura del pecho (DAP) es el Sauce, lo cual, puede ser indicativo de la adaptabilidad de la especie a las condiciones ecológicas de la localidad, ya que además, en su mayoría son árboles dominantes con copas bien formadas.

El Fresno es la especie que presenta una mayor densidad y ocupa el segundo lugar en el valor de diámetro promedio, que sirvió de base para calcular el área basal y el valor de dominancia, dato que permite inferir que la masa arbolada de fresnos está integrada por individuos jóvenes.

Nombre Común	Nombre Científico	Número de Individuos	Diámetro Promedio
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	202	19.49
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	76	36.89
Ahuehuete	<i>Taxodium mucronatum</i>	7	19.25
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	7	21.77
Pirul	<i>Schinus molle</i>	1	33.0

Cuadro 1. Arbolado inventariado en las islas del lago de "Bellas Fuentes"

El número de árboles registrados en la orilla es de 27, y la especie que presenta el mayor valor promedio de diámetro a la altura del pecho (DAP) es el Ahuehuete, seguido del Fresno (cuadro 2), alcanzando valores superiores a los de las islas, manifestándose claramente que la calidad de sitio de la orilla es mejor que el de las islas.

Durante los recorridos se observaron daños a los árboles causados por el hombre, que van desde el descortezado de algunos eucaliptos, hasta la quema de la base de los troncos de varios fresnos, lo cual puede provocar su debilitamiento y favorecer el ataque de plagas y enfermedades que pudieran propagarse a todo el arbolado.

Nombre Común	Nombre Científico	Número de Individuos	Diámetro Promedio
Ahuehuate	<i>Taxodium mucronatum</i>	4	101.62
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	11	54.72
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	2	46.50
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	3	98.66
Cedro	<i>Cupressus sp</i>	5	8.36
Pata de vaca	<i>Bauhinia sp.</i>	2	8

Cuadro 2 Arbolado inventariado en la orilla del Lago de “Bellas Fuentes”.

## Limnología

Como se cita por (Ceballos 1994), de los problemas que aquí se perciben son el asolvamiento y la interacción con la cercana de la población, ahora también la modificación en el flujo de los veneros hacia la disminución, y actividades humanas como lavado de ropa y en menor grado, cierta contaminación por la cercana actividad humana. Los datos de parámetros físicos y químicos de varias partes del cuerpo de agua, en tres fechas distintas, no arrojan una clara zonación; En agosto se encontraron variaciones en la concentración de oxígeno explicables a la baja concentración con que las aguas surgen de los nacimientos, y a su disminución hacia las salidas por la concentración de organismos consumidores del mismo. Una concentración de sólidos totales relativamente baja - moderada y consistente en el tiempo. Unidades de pH hacia la franca alcalinidad, atenuada en algún caso ligeramente por procesos acidificantes, pero entre 8 y 9 usualmente. El amonio en sus formas iónica y total se presentaron relativamente altos en agosto y posteriormente más bien bajos y homogéneos.

Los resultados de Demanda Biológica y Química de Oxígeno, no son significativos para el tipo y magnitud de contaminación que aquí se tienen, por lo que se descarta su aplicación sistemática en el lugar.

Los datos de carga microbiana reflejan una zonación en el cuerpo de agua, no muy clara ciertamente y posiblemente amplificada hacia los desagües por la retención de detritos, de origen humano y animal (aves), los valores se encuentran alrededor del orden de magnitud de 10<sup>2</sup>, considerándose moderada. Una muestra tomada a finales de septiembre se ve corroborada por la de mediados de noviembre en lo arriba manifestado. La existencia de coliformes fecales en el lago son indicadores de la presencia de materia fecal. Esta presencia indica un problema potencial de organismos patógenos, elevados niveles de coliformes fecales están asociados con un alto contenido de nutrientes y puede significar otro recurso de contaminación que no debe ser ignorado, ya que de agravarse pudiera restringir el uso del lago por los bañistas y buceadores.

En cuanto a la información cualitativa o cuantitativa del fitoplancton se reporta que el grupo dominante son especies de diatomeas pennales de la división Chrysophyta en otoño, invierno y verano, y en primavera predominan Chlorococcales de la división Chlorophyta; en total cerca de 50 especies de algas. De lo anterior se desprende al aplicarles por los autores de este estudio el índice algal que se trata de un cuerpo de agua eutrófico. Algas peritofíticas en su mayoría y excluyendo a las diatomeas como corresponde a cuerpos de agua someros.

Como se puede observar en la gráfica de la figura 4, el número de organismos encontrados en las estaciones 1 y 2 son semejantes, y pobres precisamente cuali y cuantitativamente, como consecuencia de que su ubicación esta en un área abierta y los organismos planctónicos son arrastrados hacia las compuertas. La estación tres se encuentra entre las islas lo cual hace que se comporte como un cuerpo de agua distinto, presentando una abundancia numérica distinta que las dos anteriores, debido a que la densidad del plancton en un ecosistema es variable y depende de los nutrientes y de la estabilidad del agua.

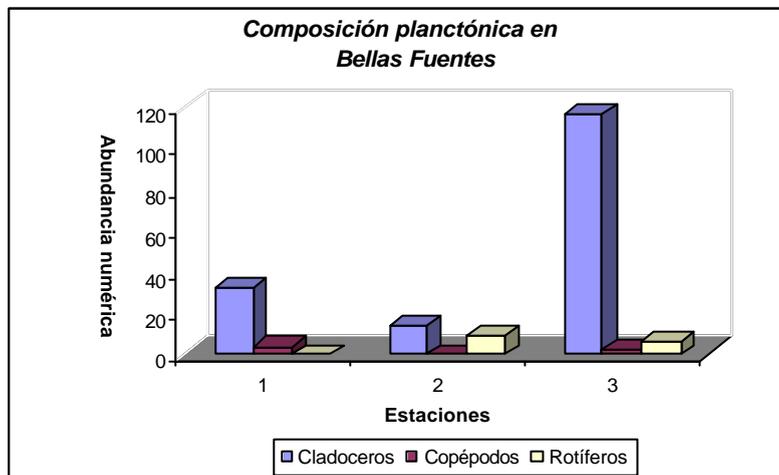


Figura 4.- Composición planctónica por estaciones.

Los organismos bentónicos poseen ciertos mecanismos adaptativos que los hacen reaccionar ante los cambios del contenido de oxígeno y consumo de materia orgánica viva o muerta debido a la alimentación, entrando en estados de reposo hasta el restablecimiento de las condiciones fisiológicas más favorables, trasladándose a otras zonas o muriendo.

Las variaciones estacionales de aportes de materia orgánica natural procedentes de corrientes de agua que penetran a los embalses o en este caso producto de la defecación de las aves, pueden provocar demandas variables sobre el contenido de oxígeno y su distribución. Es importante mencionar que los grupos más representados de esta comunidad corresponden a los dípteros, oligoquetos y ostracodos, estos grupos tienen una distribución que se basa en la selección de su hábitat y los efectos de la contaminación orgánica.

Para la ictiofauna se tiene la referencia de Ceballos 1994, de localizarse una especie nativa: *Goodea atripinis*, pero esta no se observó durante el trabajo de campo al menos que pudiera estar como un godeido reintroducido, al igual que poecilidos observados como: *Poeciliopsis infans* y *Xiphophorus helleri*; especies comunes en acuariofilia y por lo

tanto factibles de haberse reintroducido intencional o semi intencionalmente. La pesca que pudiera llamarse comercial esta compuesta por Mojarra y Carpa, el arte de pesca utilizado no es favorable para la captura de Lobina si es que aún se le encuentra en este sitio; de ser así, los ejemplares de esta especie deben ser pocos pues siendo carnívoros es poco el recurso de peces "forrajeros".

### Diseño Arquitectónico

En base a la información generada en la caracterización vegetal y limnológica y tomando en consideración la opinión de autoridades y habitantes del lugar, se procedió a la realización del proyecto arquitectónico mismo que se desarrollo en torno a la creación de un equipamiento mínimo que permita la posibilidad de un desarrollo turístico del sitio, para el efecto se ordenaron las propuestas en cuatro aspectos básicos: Actividades de recreación y deporte, convivencia comunitaria, educación ambiental y producción de alimentos.

Los materiales y sistemas constructivos a utilizar estarán en función de los recursos económicos de que se disponga, sin embargo se sugiere la utilización de materiales de construcción naturales de la región que sean de fácil adquisición y bajo costo, (tabique de barro recocido, piedra natural, madera, adobe, teja de barro, etc.).

### Recreación y Deporte

Este rubro en particular es el que más importancia representa, ya que la intención de dotar de la infraestructura y equipamiento necesarios para incentivar la asistencia de visitantes al embalse de Bellas Fuentes, es el que se genere una derrama económica que permitan en primera instancia costear la preservación del recurso y por otro lado propiciar un ingreso económico alternativo para las propias familias de la comunidad. En estos términos se llegó al consenso de proyectar para el embalse de Bellas Fuentes el siguiente equipamiento:

#### Andador perimetral

Al respecto se contempla la construcción de un circuito perimetral que permita a los visitantes realizar recorridos a pie, ya sea caminando o corriendo de una manera segura y agradable en torno al embalse. Aprovechando el recorrido se proyecta dejar pequeñas áreas, estratégicamente distribuidas, en donde los visitantes puedan sentarse y dedicarse al descanso y a la contemplación del paisaje. Un aspecto muy importante en el presente planteamiento es el tratamiento que se tendrá que hacer con los bordes del embalse, es decir, que debido a las diferentes actividades y usos que se dan y desarrollan en torno al embalse, se plantean cuatro diferentes tipos de borde.

#### Embarcadero

Con el objeto de fomentar una actividad recreativa de interés, se proyecta la construcción de un embarcadero para que los visitantes tengan la posibilidad de alquilar embarcaciones de remo con fines recreativos o deportivos. Será importante tomar en cuenta que el tipo de embarcaciones que se seleccionen sean las adecuadas a las características del embalse y no se permita el tránsito de embarcaciones de motor que puedan contaminar el agua. Asimismo se tendrá que limitar el número de embarcaciones que transiten en el embalse en base a un estudio de saturación.

## Cenadores

Para incentivar la asistencia de visitantes al lugar se proyecta la construcción seis cenadores rústicos, en los que los visitantes puedan consumir alimentos disfrutando de la belleza escénica del embalse. Debido a las limitaciones de espacio se proyecta la construcción de cuatro cenadores con una capacidad aproximada de diez personas, mismos que se ubicarán sobre la margen norte del embalse, y dos cenadores con una capacidad para quince personas sobre la margen sur. Adosados a los cenadores se proyecta construir asadores y algunas mesas de juego con el tablero integrado para la práctica de ajedrez o damas chinas. Es importante señalar que la instancia en la que recaiga el manejo del embalse tendrá que evaluar la posibilidad de cobrar una módica cuota de recuperación como alquiler de los cenadores para su propio mantenimiento.

## Área de juegos infantiles

Con la intención de favorecer la creación de espacios recreativos para los niños, se proyecta construir un área de juegos infantiles en la parte sur del embalse. Se sugiere, y de ser posible, se implementen de manera rústica.

## Área para la práctica de la natación

Dado que tradicionalmente los pobladores de esta localidad utilizan al embalse para meterse a bañar, se plantea dejar un área específica para esta práctica en la porción norte del embalse, la parte más lejana de los manantiales, acondicionando esta parte del embalse para dar seguridad a los bañistas; desasolvar, retirar piedras, basura, etc.

## Cancha de usos múltiples

Dado que en Bellas Fuentes los espacios para la convivencia de los jóvenes son escasos, se plantea que se construya una cancha de usos múltiples en el terreno aldeaño al embalse en donde se ubican los lavaderos comunales.

## Servicios sanitarios

Aquí se ha mencionado la importancia de proyectar turísticamente al embalse de Bellas Fuentes en la región inmediata, para lo cual es menester se brinden un mínimo de servicios a los visitantes. Los sanitarios representan un servicio de elemental importancia que se proyecta construir adosados al equipo de bombeo de agua potable, y en donde se ubicaría un espacio para la venta de alimentos.

## Concesión para la venta de alimentos

Otra de las facilidades que se pretende dar a los visitantes es el de crear un espacio para la venta de alimentos de fácil preparación y refrescos, la cual estaría ubicada junto a los servicios sanitarios para su mejor control y mantenimiento. En este caso se buscaría que la concesión se le diera a alguna familia de la comunidad, con el fin de favorecer la creación de empleos y que la derrama económica beneficie a la comunidad

## Convivencia comunitaria

### Remodelación de la plaza pública

Se quiso abordar este aspecto en el presente trabajo dado que de acuerdo al análisis realizado en el área de estudio se encontró la estrecha relación que existe entre la vida social de la comunidad de Bellas Fuentes y su embalse, el cual se manifiesta como un

indisoluble factor de identidad, y que su importancia es vital para sus habitantes. En estos términos se incluye a la plaza pública como un elemento central dentro del proyecto de integración urbana. Es importante señalar que todas las propuestas aquí vertidas se sometieron a la consideración de la comunidad y en el caso de la plaza pública se había proyectado su ampliación ganándole espacio al embalse, pero de acuerdo a las opiniones vertidas por la población esto no era conveniente, entre otras razones por la existencia de varios manantiales que podían verse afectados por dicha ampliación. Ante esta situación el grupo de trabajo acordó que la plaza pública de Bellas Fuentes solamente fuera sujeta a una remodelación. Dicha remodelación consistió en el reordenamiento de bancas y jardineras, la construcción de un kiosco con vista al embalse y la continuación del andador perimetral propuesto adosado al muro de contención de la plaza actual. En estos términos el embalse forma parte integral de la vida social de la comunidad y es una extensión visual de la plaza pública que le otorga unas características visuales muy interesantes que hacen de éste un sitio singular.

#### Educación Ambiental

Parte fundamental del proyecto, será el de fomentar en la población de Bellas Fuentes una cultura ecológica y de mayor cuidado a su embalse, ya que es bien sabido que entre más identificación haya de la gente con su entorno, más será su interés y preocupación por preservarlo. Por esta razón dentro de las propuestas de integración que se hicieron están las de realizar actividades recreativas que lleven de fondo un contenido educativo tendiente a preservar el medio ambiente.

#### Aula de usos múltiples

Para llevar a cabo actividades de educación ambiental de manera adecuada, se plantea la construcción de un aula de usos múltiples en donde se puedan hacer reuniones de trabajo, impartir pláticas, conferencias, talleres y cursos que promuevan una cultura ecológica entre la población. Para el efecto se sugiere que la ubicación de esta aula se haga en el terreno en donde se localizan los lavaderos de la comunidad.

#### Vivero didáctico

Parte fundamental de las propuestas, es la reforestación del embalse de Bellas Fuentes con especies adecuadas y adaptadas al lugar. Con esta idea se plantea la creación de un vivero didáctico que tenga el doble propósito de servir como ejemplo a los niños y jóvenes de la región de cómo se siembra y se observa el desarrollo de un árbol, a la vez que servirá como centro de reproducción de los árboles que servirán para reforestar el embalse de bellas Fuentes y sus alrededores, ya que es de vital importancia recuperar las zonas deforestadas que fungen como áreas de recarga acuífera de los manantiales que afloran en Bellas Fuentes. La ubicación del vivero didáctico se plantea se haga junto al aula de usos múltiples.

#### Islas de información ecológica

Con la finalidad de difundir y dar a conocer temas sobre aspectos generales de ecología y en particular sobre información de la flora, la fauna y aspectos geohidrológicos de Bellas Fuentes, se proyecta ubicar varias islas de información ecológica a lo largo del circuito perimetral del embalse, aprovechando para el efecto las áreas de descanso.

#### Producción de alimentos

De manera complementaria se hace una propuesta que pretende impulsar en la comunidad una fuente alternativa de ingresos hacia la población basada en el aprovechamiento del recurso agua, que de alguna manera se deja correr sin darle

aprovechamiento alguno. En estos términos se sugiere implementar en la zona federal que se encuentra en la parte poniente del embalse una granja para la cría y engorda de pescado que pueda ser vendido en fresco, o bien preparado, lo cual conlleva construir un sitio adecuado para que los visitantes puedan acudir a consumirlo. Este equipamiento además de ser una alternativa productiva para la comunidad le daría un atractivo turístico adicional. Es importante recalcar que esta parte del proyecto solamente es una idea que podrá o no ser recogida por la población y autoridades de esta comunidad.

#### Recomendaciones.

- a) Durante el desarrollo del trabajo de campo, se pudo observar la presencia de basura tanto en la orilla del lago como en las islas, por lo que, debe considerarse en primer lugar su limpieza, así como la definición y establecimiento de mecanismos que permitan la participación activa de la población en las actividades de conservación del lugar.
- b) Debe realizarse el derribo del arbolado muerto en pie y proceder al retiro del arbolado muerto tirado, recogiendo todos los desperdicios de madera.
- c) Para estabilizar las orillas de las islas se sugiere reforestarlas con Sauce, y en caso de no tener planta disponible, se pueden utilizar estacas con dos yemas de crecimiento, extraídas de ramas del año pasado o de dos años, plantándose directamente de modo que solo sobresalgan de la superficie de 10 a 15 centímetros aproximadamente.
- d) Los fresnos huecos de la base del tronco y dañados por el fuego deben restaurarse colocando piedra y cemento.
- e) Es urgente buscar la recuperación y conservación de todos los encinares de la región para preservar el equilibrio ecológico del área.
- f) El asolvamiento es un proceso natural en todo embalse, el mejorar la profundidad del mismo debe ser una acción plenamente planeada y organizada. Para lo cual se recomienda contactar con el módulo correspondiente al distrito de Riego No. 22, para evaluar y concertar trabajos de desazolvamiento, básicamente por la extracción de materia orgánica asentada, ó limo, en el fondo del embalse; y no la excavación a más profundidad.
- g) La carga microbiana encontrada, aunque no se cuenta con datos anteriores a los reportados, se considera moderada, obvia no apta como agua potable sin un tratamiento, pero tampoco un problema de salud pública.
- h) Eliminar la isla que esta formada casi en su totalidad por tule, además evitar que las aguas de lluvia confluyan al embalse y mantener limpias las salidas (compuertas) del lago.
- i) Utilizar el excedente de agua que esta saliendo del embalse a través del establecimiento de granjas acuícolas.

- j) Utilizar algún material que cerque las isletas para darles solidez y la posibilidad de enraizarse por los mismos árboles que ahí existan. Estos materiales consisten en textiles de materiales como yute, fibras de coco, polipropileno y otros materiales plásticos o sintéticos que servirían como envolturas perimetrales.
- k) En el área de los lavaderos se propone establecer una biblioteca ecológica, en donde además de consultar material, se dicten conferencias y se proyecten películas con temas de interés para la población de la región.
- l) Anexo a la biblioteca se propone el establecimiento de un vivero forestal con fines didácticos, para que niños y jóvenes conozcan y lleven a cabo los procesos de germinación de semilla para la obtención de plantas que se destinarán para reforestar la población de “Bellas Fuentes” y sus alrededores, coadyuvando de esta manera a la formación de una cultura y conciencia ecológica en la juventud de la región.
- m) Es prioritario realizar los estudios de hidrológica y vulnerabilidad acuífera del embalse.
- n) Los recursos naturales del Lago de “Bellas Fuentes” tienen un gran valor paisajístico y recreativo que lo convierten en un lugar privilegiado para el esparcimiento y convivencia familiar, además representa una importante fuente de abastecimiento de agua para los habitantes de la región, por lo cual, es de gran importancia gestionar ante la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente se decrete como Área Natural Protegida en la categoría de **PARQUE URBANO ECOLÓGICO**.
- o) Para la expedición de la declaratoria, se deben de realizar estudios de campo y gabinete que den el fundamento técnico, por lo cual, el presente documento puede ser utilizado de base para la elaboración del estudio técnico justificativo

## Bibliografía

----- (2005:319-384) Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Gobierno del Estado de Michoacán

Ceballos, C.J.G.A. y Col. 1994. Análisis limnológico y calidad del agua de la Laguna de Bellas Fuentes, Mpio. de Coeneo, Michoacán. Revista Paralelo Financiero No. 55 Sección Ecotecnia: 22-28. Morelia, Michoacán.

Centro Nacional de Desarrollo Municipal. 1999. Enciclopedia de los Municipios de México – Michoacán. Gobierno del Estado de Michoacán. Morelia, Michoacán.

Guzmán, A. J. N. (2002:137-148). Las disputas por las aguas del río Angulo en Zacapu. 1890-1926. Agua, cultura y sociedad en México. Editora Patricia Ávila García. El Colegio de Michoacán A.C. –Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Zamora, Michoacán, México.

INEGI. 2004. Anuario Estadístico de Michoacán de Ocampo. Aguascalientes, Ags. México.

Dirección de Ganadería y Pesca de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Forestal.1993. Dictamen Técnico del Proyecto de Desazolve de Manantiales y Limpieza de Vegetación Acuática de la Represa de “Bellas Fuentes” Mpio. de Coeneo. Morelia, Michoacán.

Correa, P.G. (1974:207-247) Geografía del Estado de Michoacán. Física, Humana y Económica. Tomo I Geografía física. Gobierno del Estado de Michoacán. Editora y Distribuidora S.A. pp.

Dirección de Promoción Económica del Estado de Michoacán. 1979. Balneario “Bellas Fuentes” en el Municipio de Coeneo (Estudio de Prefactibilidad). Morelia, Michoacán.

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. 2004. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo. Periódico Oficial Núm 56. Morelia, Michoacán, México. pp. 15-24.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. Primera Edición. México.

Velázquez Velázquez, Ernesto y Vega-Cendejas Ma. Eugenia., Los peces como indicadores del estado de salud de los sistemas acuáticos. Biodiversitas No. 57, Nov. 2004 pp. 12-15

Vidal, J.J. y Costantino N.I. (1989:307-344) Iniciación a la Ciencia Forestal. Salvat Editores S.A. Tercera edición. Barcelona, España.

### **CARTOGRAFÍA CONSULTADA.**

INEGI, 2000. Carta topográfica 1:50 000. Coeneo de la Libertad. E14A12. Michoacán.

INEGI, 2000. Carta topográfica 1:50 000. Zacapu. E14A11. Michoacán.

INEGI, 1982. Carta edafológica 1:50 000. Coeneo de la Libertad. E14A12. Michoacán.

INEGI, 1982. Carta edafológica 1:50 000. Zacapu. E14A11. Michoacán.

INEGI, 1978. Carta geológica 1:50 000. Coeneo de la Libertad. E14A12. Michoacán.

INEGI, 1978. Carta geológica 1:50 000. Zacapu. E14A11. Michoacán.

INEGI, 1988. Carta de efectos climáticos regionales, mayo-octubre 1:250 000 Morelia E 14-1. Michoacán.

INEGI, 1988. Carta de efectos climáticos regionales, noviembre-abril 1:250 000 Morelia. E 14-1. Michoacán.

INEGI, 1995. Carta Estatal de Vegetación y Uso Actual. 1:500 000. Estado de Michoacán.

INEGI, 1985. Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica. 1:500 000. Estado de Michoacán.

INEGI, 1985. Carta Estatal de Climas. 1:500 000. Estado de Michoacán.