

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

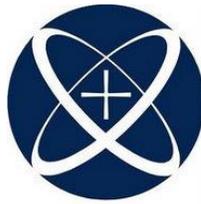
Dependencia de adscripción al PAP

Centro de Investigación y Formación Social

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Nombre del PROGRAMA

Desarrollo Local y Fortalecimiento de Tejido Social



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

Código y nombre del PAP

2E05 PAP San Pedro Valencia: Saneamiento ambiental, renovación urbana y
emprendimientos turísticos

“Nombre del reporte en específico y lugar en que se realizó”

Proyecto Productivo para la Implementación de Granjas Acuícolas

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Programa de Economía Social

Lic. en Administración Financiera. Oscar Alberto Ochi Ramírez

Lic. en Ingeniería Industrial. Diego Arturo Barragán Meza

Lic. en Ingeniería Industrial. Olga Vivianth Tapia Ayala

Profesores PAP: Héctor Morales Gil de la Torre, Jesica Nalleli de la Torre Herrera

Tlaquepaque, Jalisco, 25 noviembre del 2016

REPORTE PAP

ÍNDICE

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.	2
Resumen	3
1. Introducción (¿Qué?, ¿Para qué?, Objetivo)	4
2. Desarrollo (Metodología, Argumentos, Qué hicieron, cómo lo hicieron, qué lograron)	5
3. Conclusiones (Aprendizajes, prospectivas, sugerencias)	8
4. Bibliografía (Formato APA)	11
5. Anexos (Memoria técnica y Estudio Ambiental)	13

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

Resumen ESPAÑOL

San Pedro Valencia es una pequeña comunidad de al menos 380 personas, esta pertenece a el municipio de Acatlán de Juárez, en el estado de Jalisco. Asentado en la rivera de la presa “El Hurtado” o La presa de Valencia, la principal actividad productiva y económica de la comunidad es producto de su único recurso natural, la presa, de dónde extraen los peces que se comercializan en los restaurantes de la comunidad.

En 2013 una empresa ubicada en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga derramo melaza en una de los ríos que conforman la cuenca hidrológica de hurtado, que desemboca en la presa de Valencia. Este hecho ocasionó que los niveles de oxígeno en el agua disminuyeran provocando la muerte de toneladas de peces. Este acto calificado cómo ecocidio ambiental, puso en peligro la supervivencia de los habitantes de San Pedro Valencia, ya que el pescado es parte importante la dieta de la población, además de ser la única actividad primaria productiva, relacionada directamente con la economía que genera la mayor parte de los ingresos económicos de las familias.

Este desequilibrio ecológico ocasionado llevara varios años para que se logre regenerar el ecosistema en la presa. Durante el ciclo escolar otoño – invierno 2016 nos dimos a la tarea de investigar y desarrollar una solución alterna y accesible económicamente para los pescadores, que les facilite acelerar y controlar los procesos de producción, además de introducir en la comunidad las prácticas acuícolas.

Resumen (Obligatorio) INGLÉS

San Pedro Valencia is a small community of at least 380 persons, it belongs to the municipality of Acatlán de Juárez, in the state of Jalisco. Seated in the riviera of the dam " El Hurtado " or also known as the dam of Valencia, the principal productive and economic activity of this community is the product of his only natural resource, the dam, from where they extract the fish that is commercialized in the restaurants of the area. In 2013, a company located in the municipality of Tlajomulco de Zúñiga, spill molass in one of the rivers that conforms the hydrological basin of "El Hurtado", that supplies the dam of Valencia.

This fact caused, that the levels of oxygen in the water to decrease, resulting in the death of tons of fish. This act was qualified as "ecocidio", and putting in danger the survival of the population of San Pedro Valencia, since the fish is an important part of their diet, beside of being the only primary productive activity, related directly to the economy that generates most of the economic income of the families.

This ecological imbalance will take several years to achieved the regeneration of the ecosystem in the dam. During the school cycle autumn - winter 2016 we take the task of investigating and developing an alternative solution to the problem that also would be accessible for the fishermen to implement for accelerating and to controlling the processes of production, and also introducing in the community the aquicultural practices.

Introducción

En busca de una solución al problema de escasas de peses en la presa "El Hurtado" durante el ciclo escolar otoño invierno 2016 estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial y Licenciatura en Administración Financiera se dieron a la tarea de investigar soluciones alternas, que les permitiera a los pescadores de la comunidad de San Pedro Valencia, reactivar sus actividades primarias productivas e ingresos económicos.

En el presente documentó se encuentra el desarrollo de la propuesta técnica para la elaboración de un prototipo de jaula acuícola, para llevar a cabo las prácticas de cultivo y cría intensiva de tilapias y otras especies, en un ambiente controlado.

Para llevar a cabo el desarrollo de dicho proyecto, realizamos la mayor parte de las investigaciones en diferentes medios electrónicos cómo; canales de YouTube, manuales de buenas prácticas, desarrollados por la CONAPESCA y CONAGUA, ejemplares de revistas impresas y electrónicas cómo Panorama Acuícola y Acuaculture Magazine, además de buscar asesoría con profesionales técnicos en el campo acuícola.

La ECO-Jaula está diseñada para ser fabricada fácilmente, siguiendo unas sencillas instrucciones, además, algunos de sus componentes pueden ser materiales naturales, reciclados y/o de bajo costo. Pensado en que la solución propuesta tampoco afectará económicamente los bolsillos de las familias que dependen de la pesca.

La solución propuesta a la Cooperativa de pescadores pretende introducir las practicas acuícolas a la comunidad. Con la ayuda e implementación de este tipo de tecnología, que facilitara la alimentación de las especies y además otorgará controles sobre las posibles enfermedades, amenazas y/o plagas que pudieran atacar el cultivo. Estas herramientas harán más eficientes y eficaces los procesos de la producción pesquera.

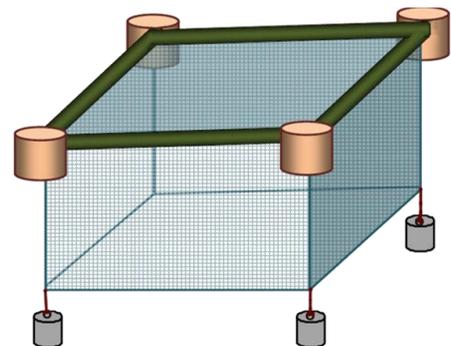
La introducción de las practicas acuícolas es la comunidad de San Pedro Valencia significa garantizar su subsistencia. La producción pesquera es la principal actividad económica de la población y el principal ingreso monetario para gran parte de las familias de Valencia.

Entre los objetivos principales del proyecto se encuentran los siguientes.

- Dotar de conocimientos técnicos sobre prácticas acuícolas que faciliten la producción pesquera a los pescadores de San Pedro Valencia.
- Incrementar y facilitar la producción de especies acuáticas, mediante el uso de herramientas y tecnologías.
- Reactivar la principal actividad productiva económica de San Pedro Valencia.
- Colaborar en acelerar la regeneración del ecosistema dentro de la presa.
- Introducir nuevas prácticas productivas que generen empleos dentro de la comunidad.

Desarrollo

Una alternativa rápida y eficiente contra la escasas de peces, fue el cultivo intensivo de peces en jaulas flotantes dentro de la presa, hechas con materiales y elementos no tan costosos y que fueran fáciles de utilizar y a la par, ir elaborando una memoria técnica donde además de indicar el proceso de una construcción de una jaula, contuviera información sobre las condiciones, alimentación y cuidados para la cría de tilapias.



Se planteo a la cooperativa de pescadores utilizar esta opción alternativa de manera que sirviera como un proyecto temporal pero funcional o de "ensayo" para que si en un futuro se tuvieran las jaulas profesionales, ya se supieran utilizar y se tuviera algo de experiencia además de comenzar de una manera rápida la cría y producción de peces. Como parte de este PAP, se daría por añadidura el fomentar la autosuficiencia y proactividad de la población de San Pedro Valencia para este y otros proyectos futuros.

La metodología consistió en investigar sobre otros proyectos ya realizados y funcionales en algunas otras partes de México y analizar su aplicación y desarrollo. Además de adentrarnos

más en el estudio de la tilapia en cuestiones de natalidad, cruce, condiciones de vida, condiciones ambientales, alimentación, reproducción, entre otras cosas.

Una vez con la información obtenida, se comenzaron a analizar las diferentes opciones y alternativas en cuanto a materiales para la jaula, en los cuales, se proponían 3 tipos.

La opción "económica", es decir totalmente hechizo, con materiales que ya se tuvieran al alcance de la cooperativa, entre ellos malla de los pescadores, botes reciclados (pet) ramas de árboles y/o madera del pueblo para hacer la base, y piedras que servirían como pesas.

Otra opción era hacerla lo más parecida a la profesional, esta vendría siendo la opción "Costosa", la cual consistía en hacer las bases de metal y conseguir la malla con un proveedor autorizado y especializado en este tipo de proyectos, se hablo con dicho proveedor y se consiguió la cotización.

Sin embargo los precios ascendían demasiado y era un gasto directo para los pescadores que no tenían los suficientes recursos económicos.

Por último, la tercer opción y la elegida, fue la de hacer una jaula "Econo- ecológica" que sería hecha de malla sombra y tubería PVC, además de botes (pet) como flotadores y pesas con base de cemento siempre con la intención de no contaminar el lago y que fuera funcional por lo menos en un mediano plazo con su debido mantenimiento. Esta última opción fue la elegida al hacer un análisis de efectividad y funcionalidad en el anexo 1 (Ficha técnica para la construcción y funcionamiento de una jaula para la cría intensiva de tilapia).

Las ventajas de tener una jaula para la cría intensiva de la tilapia serían:

- Control en la reproducción y engorda de la tilapia.
 - Mayor reproducción de especies.
 - Posible cría de nuevas especies.
 - Fuente alternativa de alimentación para el poblado.
 - “Pesca” ininterrumpida por temporada de veda.
- Entre otras.



Al escoger esta opción, comenzamos a analizar a la par el lugar de instalación de la jaula tanto como profundidad, área, oxigenación, disponibilidad, cantidad de lirio, depredadores y todos los factores que afectaban o beneficiaban el proyecto.

Se comenzó a costear todos los materiales directos e indirectos de las jaulas para posteriormente presentar la propuesta final y formal a la cooperativa, además se dejaron

alternativas dentro del proyecto como protecciones o implementación de más de una jaula para el desdoble.

Las limitaciones para este proyecto fueron varias, entre ellas el recurso económico, puesto que en los materiales y el diseño de la jaula se cuidó y contempló ese aspecto, pues no sabíamos si los pescadores absorberían ese gasto que en realidad sería una inversión.

El espacio o lugar donde se instalaría la jaula también fue un limitante, pues se necesitaba un espacio libre de lirio, con un área grande de por lo menos 60 metros cuadrados y con buena oxigenación en el agua.

El reunirnos con todos los miembros de la cooperativa fue otra limitante, pues había desunión interna y quizá desinterés por parte de algunos miembros, sin embargo pudimos sobreponernos con una última junta con algunos miembros de la cooperativa y el presidente de la misma.

Dentro de la plática con la cooperativa, se logró "convencer" a los pescadores de la importancia de poner manos a la obra lo más pronto posible, ellos accedieron y dieron el visto bueno al proyecto.

Pero la mayor limitación fue el lirio, puesto que la presa estaba repleta de esta planta, podría destruir la jaula al chocar contra ella cuando el viento soplara o bien robarse el oxígeno del agua al ser molido por el hecho de tener compuestos orgánicos en el agua.

Para ello se llegó al acuerdo que la cooperativa conseguiría la máquina para moler el lirio, limpiarían la presa y fondearían el proyecto de acuerdo a sus posibilidades económicas en curso.



Los costos de dicho proyecto están plasmados en el anexo 1 (Ficha técnica para la construcción y funcionamiento de una jaula para la cría intensiva de tilapia) donde nos dice en resumen que el costo por jaula está a rededor de los \$3605 pesos mexicanos

aproximadamente, sin contemplar protección para aves y saltos de los peces que ascendería a \$3528 pesos.

Los fondos saldrían de la cooperativa de los pescadores, aun que se planteo que nosotros como alumnos ayudaríamos económicamente al proyecto siempre y cuando se hiciera dentro de nuestra gestión del proyecto, sin embargo a la cooperativa se le hizo viable y rentable la financiación de la jaula, incluso más de una.

Material	Piezas	Costo	Con tapa
Tubo (PVC) 4 pulgadas	3	\$ 510.00	
Mallasombra	80	\$ 2,880.00	98 = \$ 3,528
Codos	4	\$40	
Hilo Nylon	1	\$ 45.00	
Cemento	1 bulto	\$ 120.00	
Aguja	1	\$ 10,00	
PET		Donaciones	

Como se menciona antes, el poner en marcha este proyecto, a la vez está fomentando la pro actividad e independencia del pueblo a este y muchos proyectos más.

Para este proyecto, la población se puede organizar quizá para los materiales, es decir si alguien ya los tuviera y quisiera donar, además de proponer maneras de trabajo al momento de la construcción de la jaula con ayuda de la memoria técnica anexa a este RPAP.

Para el caso del control y mantenimiento, podrán proponerse planes de trabajo, roles para cada trabajador, delegar responsabilidades, etc.

El propósito es que todos participen y adopten como suyo este proyecto para que así lo valoren y lo cuiden y transmitan esta misma responsabilidad a los demás pobladores que no tienen que ver directamente con esto, pero al final en un futuro se verán beneficiados con más y mejores peces para su venta y/o consumo del mismo.

El hecho de elaborar la memoria técnica, fue previendo también esa opción, en el caso de que no se llevara a cabo el prototipo de la jaula por diversas razones estando nosotros gestionando el proyecto como alumnos.

Para que sirviera como un guía para los implementadores de proyecto o a los compañeros que le dieran seguimiento.

Por lo tanto se acordó de igual manera la entrega de dicha memoria técnica que contiene:

- Generalidades

- Selección y estudio del lugar de instalación
- Descripción y análisis de impacto
- Materiales de construcción
- Siembra de peces
- Alimentación
- Análisis de costos
- Requerimientos medioambientales
- Cálculos de diseño y medidas
- Planos y bocetos
- Pasos para la construcción
- Anexos
- Bibliografías



Dentro de los anexos se encuentra el Análisis de calidad del agua de la presa el hurtado y su principal influente, que respalda el lugar de colocación de jaula y su funcionamiento.

Finalmente, los pescadores de San Pedro Valencia, tendrán una alternativa para poder producir de manera más eficiente su producto además de tener la posibilidad de alimentarse de ahí mismo por lo menos temporalmente mientras esperan el apoyo gubernamental para el desarrollo de un proyecto profesional de cría intensiva de tilapia.

El resultado a pesar de no ser el esperado (instalación de jaula), al parecer fue bueno, pues logramos crear conciencia de lo importante y urgente que es comenzar con este proyecto independiente sin esperar o atenerse al gobierno.

Por último se nos fue anunciado que la cooperativa está teniendo una mejor organización tanto del personal como de la documentación con esta nueva administración, por lo que nos hace pensar que el trabajo del PAP anterior de la llena de documentos para la solicitud de fondos, no será en vano y será un complemento a este proyecto que se le puede sacar más frutos de lo previsto.

3. Conclusiones

Tomando el contexto inicial de un San Pedro Valencia se podría argumentar que se estaba viviendo una época de crisis ya que después del ecodidio que se había presentado en la

presa anteriormente se vieron afectados en el turismo, esto siendo un gran factor problemático ya que esta comunidad vive de ello porque San Pedro se encuentra constituido por restauranteros y pescadores

Después de reflexión así como con lluvia de ideas se empezó a pensar como el proyecto enfocado al apoyo de la cooperativa de pescadores, empezara a iniciar labores ya que se detectó que aunque son una cooperativa legalmente constituida a la hora de llevarse a la práctica no es así, esto siendo el primer aprendizaje lograr entender como una cooperativa de pescadores lo único con lo que contaban realmente es con el nombre debido a que sus acciones como sus procedimientos de pesca no cuentan con regulación.

Se propuso en semestres anteriores que una manera de darles flujos de efectivo estables a los miembros de la cooperativa así como de sus familias y dando como resultado un mayor movimiento económico en el poblado.

Aprendizajes

Como aprendizajes significativos de la aplicación de este proyecto se puede empezar mencionando que en el primer acercamiento con la comunidad se tenía una cierta idea de cómo era la idiosincrasia así como su organización social; donde se pensaba que se apoyaban entre sí, para buscar nuevas fuentes de ingresos para sus familias y que como resultado final terminaron ayudando al crecimiento de la comunidad.

Al paso de ir conociendo la realidad se fueron rompiendo paradigmas que se tenían sobre los pobladores, ya que logramos percatar que no contaban con un ruta hacia donde quieren llegar ya que se observó que los habitantes viven al día, con esto se quiere decir que gastan lo que gana sin llevar una cuenta de cuanto es su ingreso y egreso, esto siendo un problema ya que no pueden invertir en nada al no tener un fondo de ahorro así mismo los días que no hay turismo o no hay pescado se quedan sin el ingreso del día esto llevando a la población a una situación de pobreza ya que no les alcanza esos días para tener comidas saludables.



Gracias al poder conocer que la escolaridad de los integrantes de la cooperativa se fue buscando la manera de entenderlos más ya que en los primeros acercamientos se prevean

ciertos conocimientos previos , pero en la acción era muy diferente ya que había ocasiones donde no se presentó la propuesta gráficamente esto siendo una barrera, con esto el equipo se vio a la tarea que para la junta se previera todo el material fuera muy gráfico donde por medio de cuadros sinópticos así como de dibujos por computadora se lograra dar a conocer el proyecto de jaula.

El día que se pudo presentar el proyecto el primer aprendizaje que se pudo tener es que en el poblado el poder de convocatoria es en al algo que se tiene que trabajar así como con los horarios ya que después de una hora de espera del horario previamente establecido solo se encontraba el presidente y secretario de la cooperativa ,pero a la llegada de unos cuantos integrantes más se empezó a presentar el proyecto , donde como equipo ITESO se comprendió y aprendió mucho de la fauna de la presa , como también que la opinión de los ciudadano respecto al cambio es miedo así como negación de primer instancia , donde no se quiere apoyar a proyectos nuevos ya que los saca de su zona de confort .

Gracias a esto se puede concluir que el mayor aprendizaje incluye también una gran satisfacción así gracias a que el trabajo en equipo conjunto con conocimientos bien establecidos y comunicados se puede llegar a tener poder de convencimiento ya que se puede decir satisfactoriamente que los pescadores a pesar de ellos mismos y su idiosincrasia aceptaron el proyecto de prototipo de jaula flotante.



Prospectivas

Las principales Prospectivas se puede mencionar que como equipo de jóvenes universitarios es fundamental gracias a la filosofía jesuita poder servir a la comunidad con los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

En el proyecto enfocado hacia la cooperativa de pescadores se quedan puntos a trabajar primeramente buscando el trabajo en conjunto de universitarios con pescadores ya que se observó que aún se tiene una barrera donde no se piensa que el trabajo de los pescadores si se une junto con los universitarios se podría ver un acercamiento más pronto de lo proyectado.

Segundo punto que queda en lista es trabajar en la cultura de los pescadores buscando en esto primeramente definir un fin de la cooperativa y después la ruta a seguir donde se definirán acciones específicas como un calendario de juntas anuales, donde como equipo de estudiantes ITESO se propone que den temas que refuercen el trabajo en equipo así como poder ir buscando técnicas que faciliten el proceso de pesca y posteriormente de recolección de peces de las jaulas flotantes.

Como finalidad se puede concluir que como equipo de estudiantes del ITESO es el poder llegar a tener una influencia trascendental en la comunidad de San Pedro Valencia donde con el trabajo en conjunto con los pescadores logre marcar una diferencia.



Bibliografías

Comisión de Pesca y Acuicultura

https://www.youtube.com/channel/UCBNfETy_Vc7KNrWELyCSYFg

Panorama Acuícola

<https://www.youtube.com/user/PanoramaAcuicola>

<http://www.panoramaacuicola.com>

Acuaculture Magazine

<http://www.aquaculturemag.com>

Otros videos

<https://youtu.be/kc7nYgh6WKg>

<https://youtu.be/QJGg5iclDTI>

<https://www.youtube.com/watch?v=wEiAeCc1GIQ>

Anexos

<https://www.ecured.cu/Alev%C3%ADn1->

Memoria Técnica para el Desarrollo y Elaboración de una Jaula para la Crianza Intensiva de Peces

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE OCCIDENTE



Memoria Técnica

Memoria Técnica para el Desarrollo y Elaboración de una
Jaula para la Crianza Intensiva de Peces

Olga Vivianth Tapia Ayala

Diego Arturo Barragán Meza

Oscar Alberto Ochi Ramírez

INDICE

INTRODUCCIÓN

- 1 - Generalidades15.
- 2 - Selección y estudio del lugar de instalación6, 7.
 - Mapa de ubicación del lugar de instalación de la jaula.
- 3 - Descripción y análisis de impacto8.
- 4 - Materiales de construcción9, 10.
 - Justificación de materiales:
 - Lista de materiales:
 - BOM
- 5 - Siembra de peces11.
- 6 – Alimentación12.
- 7 - Análisis de costos13, 14.
 - Costos de materiales / construcción
 - Costos de Alimentación.
- 8 - Requerimientos medioambientales15.
- 9 - Cálculos de diseño y medidas16, 17, 18.
 - Justificación
 - Plano
 - Cálculo de las densidades convenientes de siembra para cultivo extensivo en jaulas.
 - Concentración de oxígeno en el agua.
- 10 - Planos y bocetos19
- 11 - Pasos para la construcción20
- 12 - Anexos21 – 44
- 13 - Bibliografías45

INTRODUCCIÓN

En esta memoria técnica podremos ver a fondo, el desarrollo de todo un proyecto, tomando sus diferentes pasos, etapas y procesos para lograr concluir lo deseado. Tomaremos en cuenta desde el punto principal que es el documento de aprobación del proyecto con sus diversos criterios como los son: La justificación, objetivos, inversión, restricciones, procesos, exclusiones etc. Esto tomando solamente el punto de la aprobación del proyecto.

En cuanto a el siguiente procedimiento, podremos enfocarnos ahora en la parte del diseño del proyecto, que conllevan los puntos de el mismo diseño mecánico, cálculos, pruebas, experimentaciones e incluso contemplar presupuestos de los materiales de los recursos en general para posteriormente comienzas físicamente con el armado físico del proyecto y sus pruebas previas a su funcionamiento.

El proyecto fue inspirado o pensado debido a la contingencia ambiental que sufrió la presa de la comunidad de San Pedro Valencia, la economía del pueblo en cuanto a comercialización y turismo se dio a la baja por la falta de pesca y producción de pescado, afectando de igual manera la principal fuente de alimentación e ingresos de los pobladores.

Para incrementar y controlar la capacidad de producción además de reactivar las principales actividades económicas del pueblo, se desea implementar jaulas para la crianza intensiva de tilapia y de nuevas especies.

Esto para la venta a los restauranteros de la zona para reactivar el comercio además de la futura comercialización del pescado fuera de la localidad.

Actualmente, la población de San Pedro Valencia depende económicamente de la pesca y venta del pescado que se extrae de la presa del poblado, además de que la dieta de los habitantes depende también de ello, esto tiene sus desventajas puesto que no se sabe la cantidad de pescado existente y no se tiene un control de natalidad y mortandad de los mismos, además de atenerse a las temporadas buenas, malas o la temporada de veda. Con la aplicación del proyecto se pretende lograr tener una estandarización, así como un control de la cantidad de pescado existente además de la posible cría de nuevas especies de peces.

Sabemos que la memoria técnica que conlleva el proyecto es un prototipo que es útil para lo que es diseñado, sin embargo, podemos estar conscientes de que en un futuro puede sufrir cambios favorables tanto en el diseño como en diferentes variables como la capacidad, utilización e incluso cambios en sus elementos mecánicos por elementos mejores y más prácticos es decir que el proyecto puede sufrir mejoras parciales o incluso servir de idea o inspiración para futuros proyectos similares.

GENERALIDADES

Estas generalidades tratarán de informar acerca de los fundamentos técnicos, históricos, científicos, y descriptivos aplicados en la memoria técnica. También podremos ver los antecedentes de las jaulas o trampas de peces es decir un poco de su historia donde se respalde su utilización en el pasado y su desarrollo respecto las modificaciones durante su evolución científica y/o técnica a través del paso del tiempo.

El alevín.

El Alevín es estado larval de peces desde la eclosión hasta el final de la dependencia del vitelo como fuente de nutrición. A menudo este término está restringido a salmónidos y peces afines, antes que dejen el sustrato de incubación (grava de desove) de las ovas, para iniciar libremente la natación.

Reproducción y crecimiento del alevín.

Los huevos fertilizados en el nido eclosionarán después de aproximadamente 24-36 horas. Se podrán apreciar un montón de colas colgando verticalmente bajo el nido. El macho estará constantemente subiendo al nido a los pequeños alevines que se caen del mismo. Después de aproximadamente 2-3 días, los pequeños alevines se habrán alimentado del saco vitalicio y comenzarán a nadar horizontalmente.

El macho intentará mantenerlos bajo el nido, pero no será capaz de controlarlos a todos. Es el momento de sacar al macho del tanque para su recuperación, y para evitar que se pueda comer a los pequeños alevines. Los alevines se alimentarán de pequeños microorganismos que facilitan las plantas naturales.

En la segunda y tercera semana de vida los alevines desarrollarán el sistema respiratorio. Es importante mantener durante este tiempo el tanque de cría tapado para evitar los contrastes de aire. A partir de la tercera-cuarta semana de vida, los alevines empezarán a mostrar algunos de sus colores, los colores claros irán apareciendo después.

Condiciones de vida de la tilapia y crecimiento.

Los peces tilapia maduran a los 3-4 meses de vida. Cuando comienza la época de reproducción, el macho hace un nido redondo en el fondo del estanque moviendo la cola de lado a lado. Luego atrae a la hembra para que ponga sus huevos en el nido.

El macho fecunda los huevos y luego la hembra los recoge y los cuida en su boca para protegerlos. Después de varias semanas los huevos hacen eclosión y se convierten en alevines. Comienzan a nadar, pero se mantienen cerca de la boca de la madre en caso de peligro. Abandonan a la madre dos semanas más tarde.

La hembra puede reproducir 3 ó 4 veces al año, poniendo hasta 1,000 huevos por vez. Fácilmente se puede comprender cómo un estanque se puede congestionar con la cría de tilapia. Los alevines se pueden extraer del borde del estanque y vender a otros agricultores. Cuando se vea demasiados alevines en el estanque quiere decir que llegó el momento para cosechar todos los peces, ya que si los peces están muy concentrados no crecerán bien.

Si es posible, alimentar las crías primero con un poco de yema de huevo en polvo y luego con torta de aceite bien pulverizada (tratada al calor) y salvado de arroz.

DISEÑO Y CALCULOS

El diseño estará integrado por los siguientes aspectos: Diseño de mecanismos (por partes) tanto calculados como los aspectos de diseño de imagen de mecanismos y estructuras. Se tendrá que realizar un cálculo previo tanto en capacidades, materiales, medidas de elementos mecánicos, cálculos de durabilidad y medidas de las pruebas en las estructuras. Pero si hablamos económicamente también encontraremos cálculos tanto en presupuestos, como en las diferentes cotizaciones de los materiales, estructuras, etc.

Experimentacion y mediciones.

Se verán los procesos de experimentación hechos después de los cálculos, pues así se verificarán fallas que se pueda tener o desmentir alguna teoría propia o pensada como posible. Las mediciones entraran también en parte o similar a los aspectos de experimentación pues algunas mediciones antes pensadas podrían modificarse tanto en los elementos mecánicos o con la misma estructura, claro que una medida incorrecta puede modificar y repercutir la medida de otros elementos o incluso la misma estructura. Este proceso de experimentación es muy importante para un buen desarrollo del proyecto pues nos ayudara a evitar fallas o supuestos contemplados durante el diseño o al realizar los cálculos.

Pruebas.

Para finalizar el proceso para realizar el proyecto, se necesitarán realizar pruebas. En él se harán pruebas por etapas o en el funcionamiento general de la jaula para verificar el funcionamiento correcto de la misma o regresarnos al proceso de las correcciones y experimentaciones. En las especificaciones finales se registrarán conforme las pruebas se estén dando, los aspectos que se cambiaron o que se mejoraron en el transcurso de ese proceso o bien, al final del mismo.

Estos aspectos pasados describen como se fue dando el proceso del proyecto tanto su elaboración metodológica en la memoria técnica como en el desarrollo tecnológico y

científico. Con el proyecto se espera cubrir los objetivos planteados y satisfacer las necesidades que el mismo proyecto demanda.

El alevín.

El Alevín es estado larval de peces desde la eclosión hasta el final de la dependencia del vitelo como fuente de nutrición. A menudo este término está restringido a salmónidos y peces afines, antes que dejen el sustrato de incubación (grava de desove) de las ovas, para iniciar libremente la natación.

Reproducción y crecimiento del alevín.

Los huevos fertilizados en el nido eclosionarán después de aproximadamente 24-36 horas. Se podrán apreciar un montón de colas colgando verticalmente bajo el nido. El macho estará constantemente subiendo al nido a los pequeños alevines que se caen del mismo. Después de aproximadamente 2-3 días, los pequeños alevines se habrán alimentado del saco vitalicio y comenzarán a nadar horizontalmente.

El macho intentará mantenerlos bajo el nido, pero no será capaz de controlarlos a todos. Es el momento de sacar al macho del tanque para su recuperación, y para evitar que se pueda comer a los pequeños alevines.

Los alevines se alimentarán de pequeños microorganismos que facilitan las plantas naturales.

En la segunda y tercera semana de vida los alevines desarrollarán el sistema respiratorio. Es importante mantener durante este tiempo el tanque de cría tapado para evitar los contrastes de aire. A partir de la tercera-cuarta semana de vida, los alevines empezarán a mostrar algunos de sus colores, los colores claros irán apareciendo después.

Condiciones de vida de la tilapia y crecimiento de la tilapia

Los peces tilapia maduran a los 3-4 meses de vida. Cuando comienza la época de reproducción, el macho hace un nido redondo en el fondo del estanque moviendo la cola de lado a lado. Luego atrae a la hembra para que ponga sus huevos en el nido.

El macho fecunda los huevos y luego la hembra los recoge y los cuida en su boca para protegerlos. Después de varias semanas los huevos hacen eclosión y se convierten en alevines. Comienzan a nadar, pero se mantienen cerca de la boca de la madre en caso de peligro. Abandonan a la madre dos semanas más tarde.

La hembra puede reproducir 3 ó 4 veces al año, poniendo hasta 1,000 huevos por vez. Fácilmente se puede comprender cómo un estanque se puede congestionar con la cría de

tilapia. Los alevines se pueden extraer del borde del estanque y vender a otros agricultores. Cuando se vea demasiados alevines en el estanque quiere decir que llegó el momento para cosechar todos los peces, ya que si los peces están muy concentrados no crecerán bien.

Si es posible, alimentar las crías primero con un poco de yema de huevo en polvo y luego con torta de aceite bien pulverizada (tratada al calor) y salvado de arroz.

SELECCIÓN Y ESTUDIO DEL LUGAR DE INSTALACIÓN

Durante el ciclo de verano 2016 estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental realizaron un estudio de calidad del agua de la presa en diferentes puntos de la presa y el principal afluente. Los principales objetivos del estudio fueron los siguientes:

- Realizar tomas de muestras del agua en diferentes puntos de la presa y del principal afluente
- Analizar las muestras de agua en los Laboratorios del ITESO, con la finalidad de encontrar los valores de contaminación en el agua de la presa de Valencia .
- Diagnosticar el grado de contaminación del agua en las diferentes muestras y desarrollar un análisis comparativo que permitiera verificar si los niveles resultantes cumplen con los límites máximos permitidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

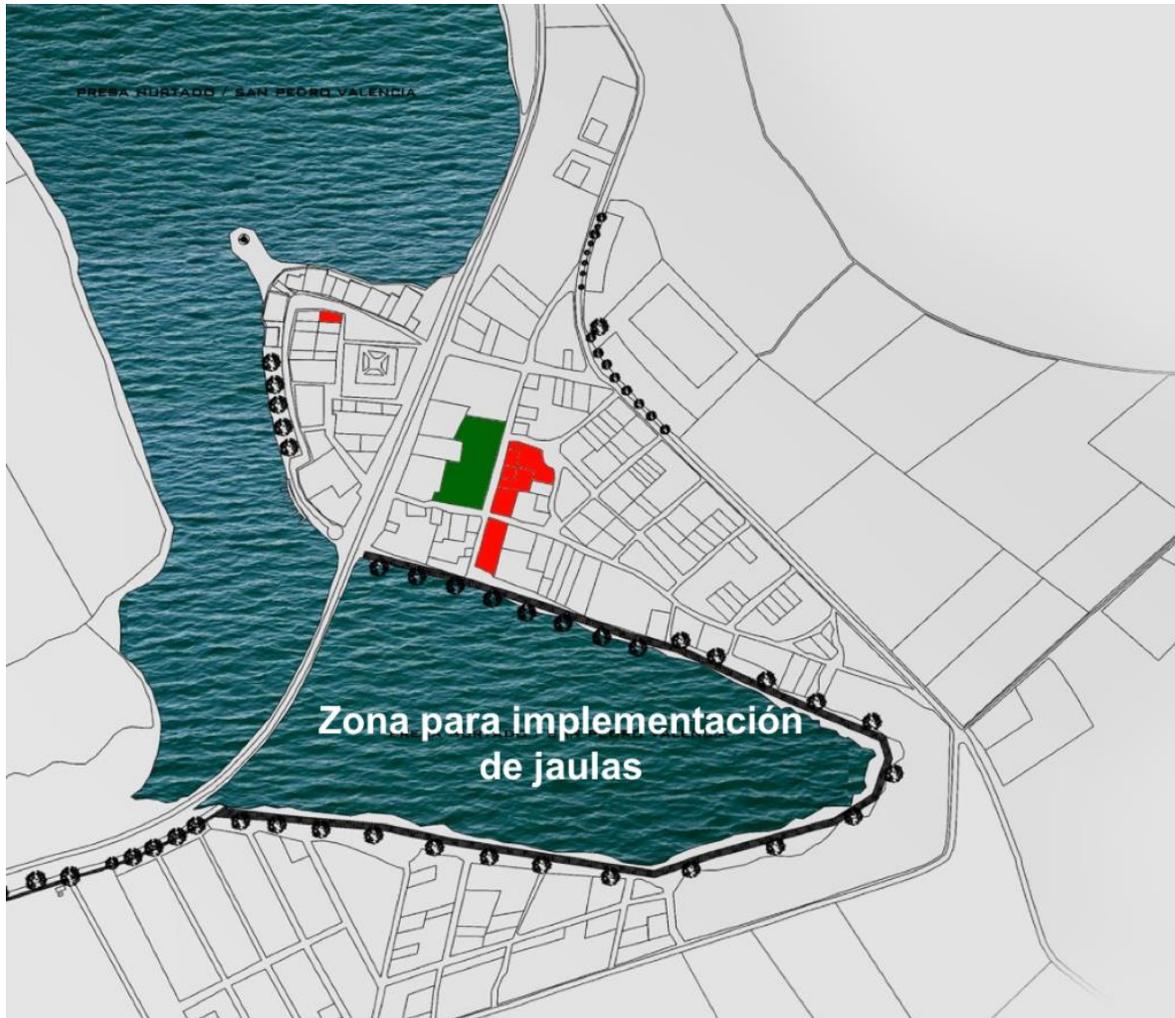
Los lineamientos que se tomaron en cuenta para el análisis tienen que ser con las características físicas y químicas. Entre ellas las principales son: pH, temperatura, conductividad, eléctrica, turbidez, color, contenido de gas/a aceites, materia flotante, solidos sedimentados y algas.

Con base en el estudio realizado por los compañeros de Ingeniería ambiental e información recolectada en varias entrevistas personales con los pescadores que son las personas que más conocen la presa, llegamos a la conclusión de que el lugar ideal para colocar las jaulas acuícolas está en la parte más profunda de la presa, cruzando las vías del tren.

Otro de los factores por los cuales se decidió colocar las jaulas en esta zona de la presa es por qué el puente de terracería que divide la presa, por el que cruzan las vías del tren le da mayor protección a la zona seleccionada y esto dará mayor protección a los cultivos, de los posibles contaminantes que puedan llegar a la presa, provenientes de los diversos ríos que conforman la cuenca hidrológica de hurtado

El estudio realizado por los compañeros de ingeniería ambiental se encuentra en el presente documento en la parte de los anexos (anexo 2, “Análisis de calidad del agua de la presa el hurtado y su principal influente”).

Mapa de ubicación del lugar de instalación de la jaula.



Fuente: Arq. Eduardo Maravilla. Plano Producto PAP 2E05

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTO

Tras la ejecución de dicho proyecto los impactos y resultados esperados serán sumamente positivos para la población de San Pedro Valencia. Entre los cuáles podríamos pronosticar solo los descritos a continuación.

- Aprendizaje técnico para los pescadores en el campo de la acuicultura, llevar a cabo dicho proyecto, con la ayuda de las herramientas y tecnología los hará más eficiente la producción pesquera.
- Reactivar la principal actividad económica en San Pedro Valencia en un mediano plazo. La implementación de las jaulas ayudaría a tener una producción más controlada, e incluso una pre-programación de producción para todo año en un largo plazo.
- Generar una derrama económica para las familias que conforman la comunidad de San Pedro Valencia.
- La reactivación del turismo local en la población es uno de los más importantes, ya que los visitantes son los principales consumidores de los diversos restaurantes en el poblado.
- Generación de nuevos empleos para los pobladores de la comunidad. Que en un corto plazo se convertirán en el sustento y principal ingreso económico de las familias de San Pedro Valencia.
- A largo plazo con una correcta implementación en los procesos y un incremento de la producción, la cooperativa podrá comenzar a comercializar sus productos fuera de la población.
- La ejecución del proyecto también ayudará de forma directa a que el ecosistema de la presa se regenere en un mediano plazo.
- Dotar de conocimientos técnicos a los pescadores, de esta forma incrementarán sus capacidades de aprendizaje que en un largo plazo se verán reflejadas en las generaciones más jóvenes de la comunidad.
- La concientización y participación de los pobladores de San Pedro Valencia y las comunidades cercanas para que en colaboración se trabajen por cuidar el agua de la presa.
- Con la implementación de este proyecto se espera que la producción tenga un constante crecimiento en un mediano y largo plazo, esto significaría que la cooperativa tendría que buscar nuevos clientes para comercializar su producción, desencadenando un incremento en los ingresos económicos y generación de empleos.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Justificación de materiales:

Los materiales usados en este proyecto deberán ser resistentes, duraderos y livianos. La malla contenedora deberá ser lo suficientemente amplia en sus aperturas como para que el agua fuera circular y no acumular desechos de los peces o comida pero lo suficientemente reducida para que los peces no se escapen con un mínimo de 13 milímetros cuadrados de abertura de malla. Además debe de ser una malla amigable con los peces para que esta no los hiera o lesione.

A continuación se muestran los materiales desglosados para la construcción de la jaula.
Lista de materiales:

- * Tubería de PVC de 2 pulgadas
 - 2 tramos de 6 metros c/u
 - 2 tramos de 3 metros c/u
- * Codos y coples de PVC para tubo de 2 pulgadas
 - 4 codos y 6 coples
- * Cemento
 - 4 kilos de cemento
- *Botes flotadores
 - Galones de plástico de por lo menos 6 litros
- *Pesas
 - Botes de plástico de 1 litro
- *Malla de protección.
 - Trozo de maya de 6.30cm x 3.30cm removible

Materiales auxiliares:

- Hilo de Pescador
- Auja
- Pet (botellas)

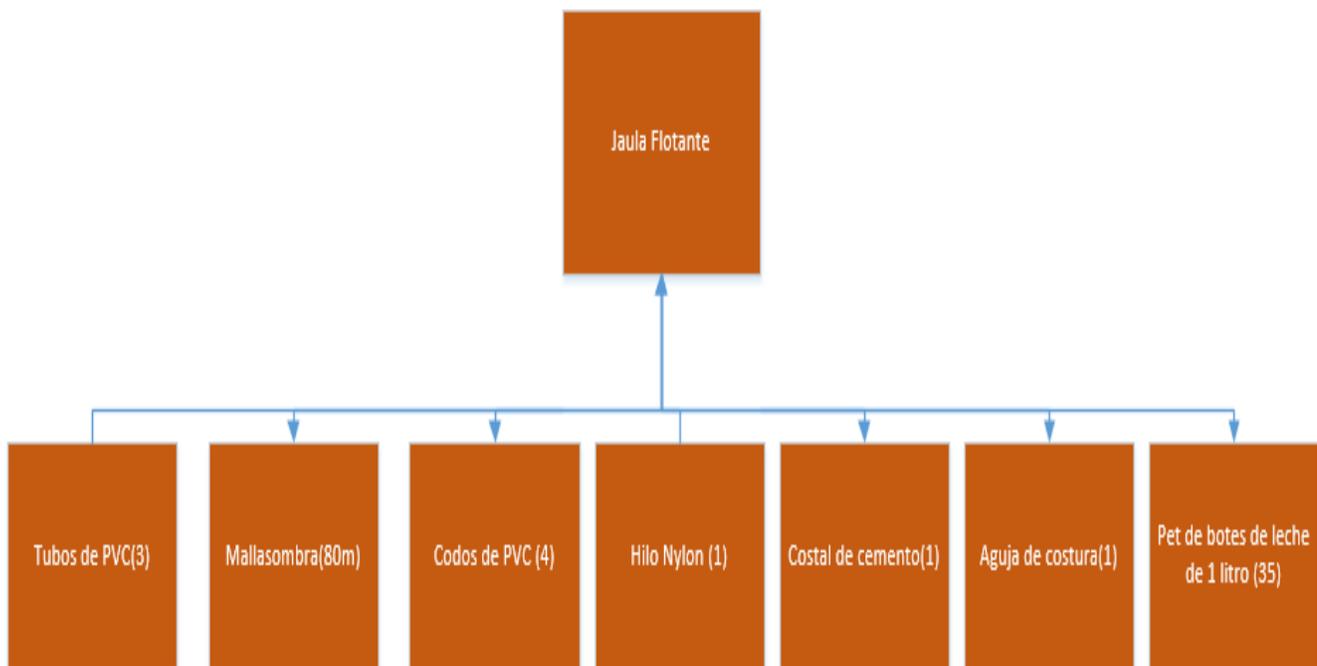
SIEMBRA DE PECES

Se tienen contemplados 80 peces por metro cúbico.

Con un peso de 150 kg/m³ cuando los peces alcancen el tamaño para la cosecha. El tamaño mínimo recomendado para la siembra de alevines es de 15 gramos. Las tasas de supervivencia en jaulas por lo general de 98 a 100%.

Las tilapias sobreviven mejor cuando se siembran a 20-22°C.

Por lo general, se requieren 1,000 m² de superficie de agua para sostener 400 kilogramos



de peces.

A continuación se da un ejemplo de cómo calcular el número de peces que debe ser sembrado por jaula:

Asuma que el acuicultor quiere cosechar peces con un peso de 500 gramos (0.5 kilogramos) de una jaula de 1-m³.

$$\text{Número} = \frac{\text{Peso total de pescado cosechado}}{\text{Peso promedio deseado del pez}} = \frac{150 \text{ Kg/m}^3}{.500 \text{ Kg}} = 300 \text{ peces/m}^3$$

ALIMENTACION

TABLA DE RECOMENDACIONES PARA LA ALIMENTACION	
Aspectos a considerar	Recomendaciones
Tiempo de alimentación.	El pez deberá consumir el alimento en 15 minutos
Cantidad de alimento.	3% del peso corporal del pez, ajustado semanalmente según el crecimiento del pez
Horario de Alimentación.	Entre las 8:00 a.m. y las 16:00 p.m.
Veces de alimentación.	2 veces al día con 6 horas de separación
Contenido del alimento	Proteína cruda de 28 a 30% con 5% de fuentes animales (comúnmente harina de pescado)

A continuación se muestra la tasa de alimentación recomendada por Silver Cup para el cultivo de tilapia kilogramos de alimento para cada 100 kilogramos de tilapia viva (%biomasa), a temperaturas del agua entre 27 y 31°C. Además de los elementos en un tipo de receta o fórmula para realizar un alimento balanceado para los peces.

Peso del pez (g).							
	<5	5-20	20-40	40-100	100-200	200-300	300-900
Kg. de alimento	30-20	14-12	7-65	6-4.5	4-3	3-2	2-1
	ALIMENTO			PORCENTAJES			
	Harina de pescado			5.00	0.00		
	Pasta de Soya (44% CP)			40.00	50.00		
	Harina de semilla de algodón (41% CP)			5.00	5.00		
	Harina de colza			5.00	0.00		
	Gluten de maíz (60% CP)			10.70	10.00		
	Maíz cocido por extrusión (8.5% CP)			0.00	20.00		
	Salvado de arroz			20.00	0.00		
	Medianos de trigo (12% CP)			0.00	11.60		
	Harina de trigo			10.50	0.00		
	Lisina HCl			0.50	0.50		
	Aceite vegetal de soya			2.00	1.60		
	Pre mezcla mineral			0.10	0.10		
	Pre mezcla vitamínica			0.05	0.05		
	Vitamina C (recubierta)			0.10	0.10		
	Fosfato dicálcico (18% P)			1.05	1.05		
	TOTAL			100.00	100.00		

Para una mejor alimentación con alimento comercial certificado, se recomienda revisar el anexo no. 2.

ANÁLISIS DE COSTOS

Costos de materiales / construcción

Equipo específico para Jaulas Prototipo de 3*6m				
Cantidad	equipo	características	costo unitario	costo total en pesos
3	Tubos PVC	Tubo PVC de 6m de largo de 4 pulgadas de diametro	\$ 170.00	\$ 510.00
4	Codos de PVC	Codos de PVC de 4 pulgadas	\$ 10.00	\$ 40.00
15	Malla sombra	Malla sombra	\$ 36.00	\$ 2,880.00
1	Hilo nylon	Carrete de hilo nylon	\$ 45.00	\$ 45.00
1	Cemento	Bulto de cemento	\$ 120.00	\$ 120.00
1	Aguja	Aguja de tapicero para coser malla	\$ 10.00	\$ 10.00
2	PET	Botellas de pet de leche de 1 litro	DONACION	DONACION
TOTAL				\$ 3,605.00

Se tiene pensado contar con 3,825 alevines para la cría y engorda de los mismos durante 6 meses para que llegue a un peso ideal de 500 grms por pez.

Alevines	Costo	Total
3,825	\$ 0.85 c.	\$ 3,251.25

Costos de Alimentación.

	Peces por taula	3825							
	Factor divisible	1000							
Meses	Peso promedio (gr)	Biomasa (kg)	Tasa alimentación	diario (gr/día)	Días	Kg alimento en 15 días	Costo		
1	2.50	10	8%	0.77	15	11.48	\$35.07	\$691.08	
	4.25	16	5.0%	0.81	15	12.19	\$56.01		
2	7.23	28	5.2%	1.44	15	21.56	\$629.43	\$1,555.42	
	12.28	47	4.5%	2.11	15	31.71	\$925.99		
3	20.88	80	4.3%	3.43	15	51.51	\$1,504.21	\$3,882.97	
	35.50	136	4.0%	5.43	15	81.46	\$2,378.76		
4	60.34	231	3.5%	8.08	15	121.18	\$3,538.40	\$8,350.63	
	102.58	392	2.8%	10.99	15	164.80	\$4,812.23		
5	174.39	667	2.5%	16.68	15	250.15	\$7,304.27	\$17,238.08	
	296.47	1,134	2.0%	22.68	15	340.20	\$9,933.81		
6	504.00	1,928	2.0%	38.56	15	578.34	\$16,887.48	\$5,986.47	
	600	2,295	1.9%	43.61	15	654.08	\$19,098.99		

REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES

Para el desarrollo de la tilapia se requiere que en el sitio de cultivo se mantengan los requerimientos medio ambientales en los siguientes valores:

Temperatura: Rangos óptimos de temperatura entre 20-30 °C.

A temperaturas menores de 15 °C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26-29 °C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37-42 °C. Cabe mencionar que mientras los peces estén más en la superficie se alimentan más además de que la temperatura depende de la presa en este caso. Por lo que solo se recomienda el monitoreo de temperatura del agua.

Oxígeno Disuelto:

La tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente disminuye el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son

valores mayores de 2 ó 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz. El sitio donde se plantea colocar las jaulas esta estudiado en este aspecto, documentado y justificado en el anexo No.1 en el Reporte de Laboratorio llamado “Análisis de calidad del agua de la presa el hurtado y su principal influente”.

PH: Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

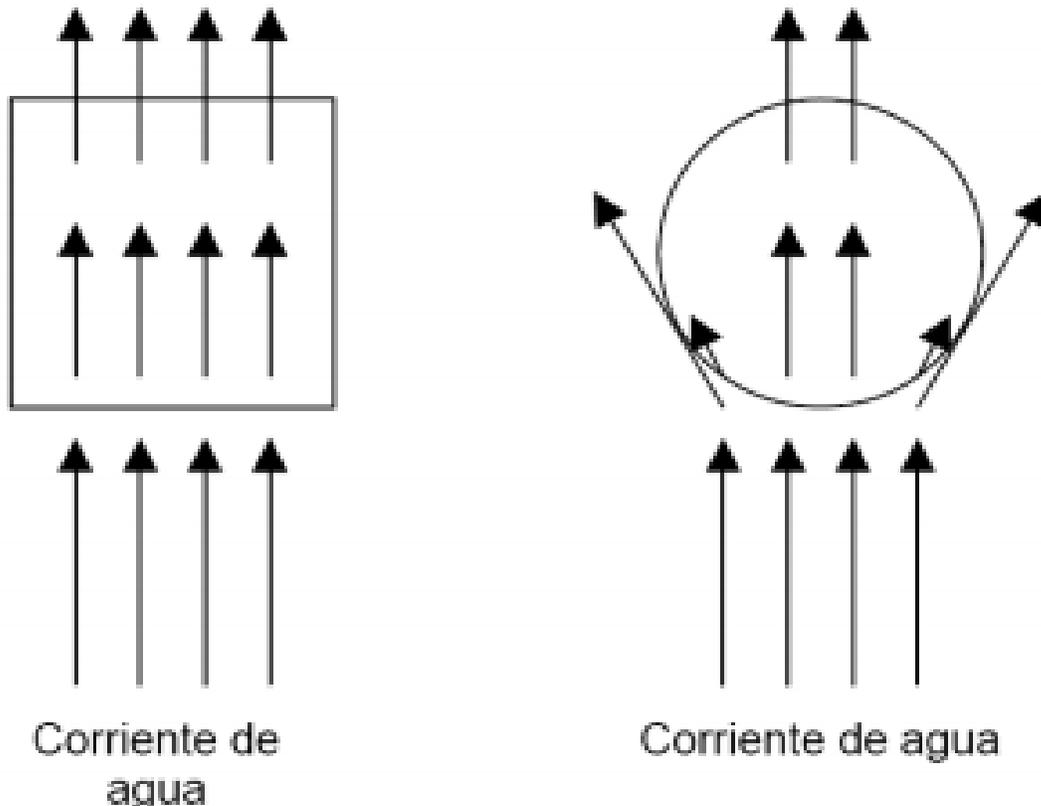
Luz o Luminosidad: La luminosidad solar es fundamental para el desarrollo del pez, por lo que se recomienda no tapar los rayos solares con algún tipo de malla o muelle por encima de la jaula.

CÁLCULOS DE DISEÑO Y MEDIDAS

Justificación.

La forma de la jaula es cúbica y rectangulares promueven un mejor intercambio de agua que en el caso de las jaulas cilíndricas.

Las mallas de las jaulas pequeñas (con apertura de malla < 20 mm.) restringen el paso del agua y pueden reducir la tasa de intercambio de agua. Por lo anterior se eligió el diseño ilustrado siguiente:



Plano:

Cálculo de las densidades convenientes de siembra para cultivo extensivo en jaulas.

En los modelos de densidad de siembra que siguen se supone que la tasa de crecimiento de los peces cultivados con métodos extensivos, como la tilapia, está limitada bien por los suministros de alimentos o por la disponibilidad de O₂.

Si se establece la velocidad de la corriente a través de las jaulas y se conoce la capacidad de filtración de los peces, es posible calcular la densidad máxima permisible de siembra SD_{MAX}, en función de los suministros de alimentos:

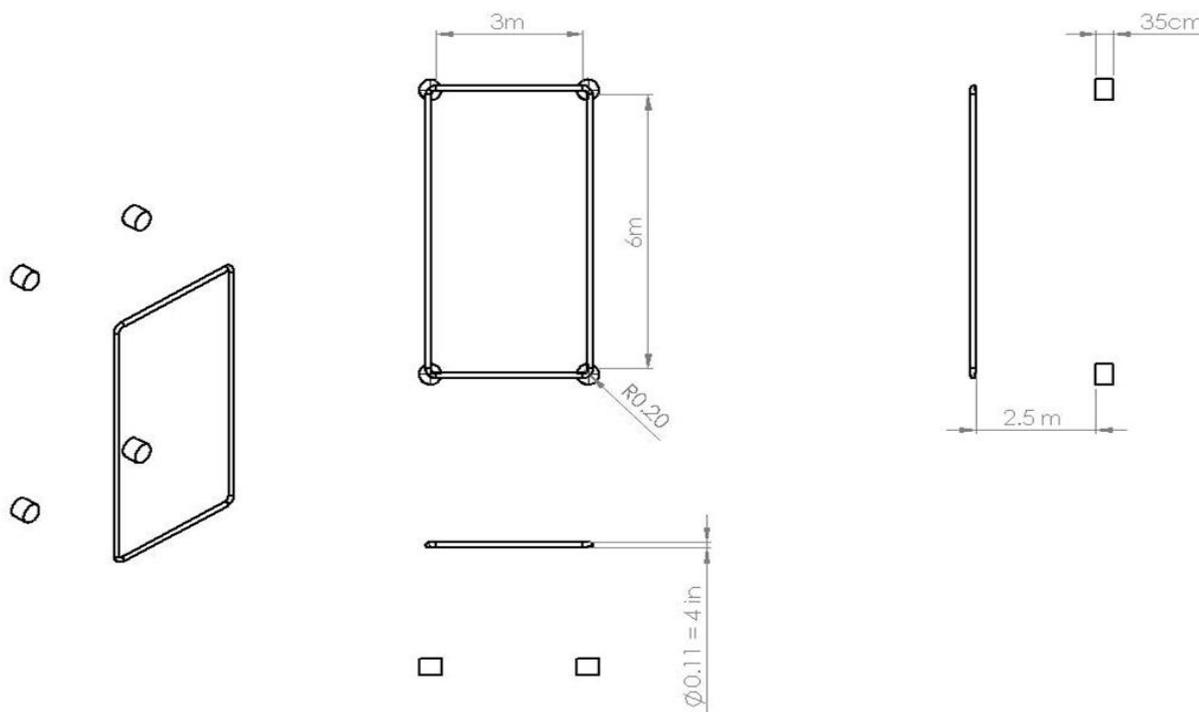
$$SD_{MAX} = \frac{V_i \times 1000}{F \times L}, \text{ donde } SD_{MAX} = \text{peces m}^{-3};$$

V_i = velocidad del agua dentro de la jaula (m s⁻¹);

F = capacidad de filtración de los peces (1 s⁻¹);

L = longitud de las caras de las jaulas paralelas a la corriente.

V_i, L y A pueden determinarse por mediciones directas, mientras F puede obtenerse a partir



de datos publicados sobre las dimensiones de la cavidad bucal y el ritmo de movimiento de los opérculos de las agallas. Hoar y Randall, 1976

Los cálculos que siguen se basan en valores típicos:

Dimensiones de las jaulas = $6 \times 3 \times 2.5$ m (45 m^3)

$L = 6$ m

$V_i = 0,1 \text{ cm s}^{-1}$ ($0,001 \text{ m s}^{-1}$)

$F = 30 \text{ ml s}^{-1} \text{ pez}^{-1}$

(datos correspondientes a S. aureus y S. galilaeus de 18 cm+, tomados de Drenner et al, 1983).

$$SD \text{ max} = (.1 \times 1000) / (.3 \times 6) = 55.55 = 56 \text{ peces por metro cubico}$$

Esta cifra es muy superior a los valores típicos de siembra utilizados en el cultivo extensivo en jaulas, que son de 5–50 peces m^{-3} . El modelo, no tiene en cuenta la posibilidad de que los peces mismos contribuyan a las fuerzas de fricción que actúan sobre las corrientes que fluyen a través de las jaulas o, al contrario, que los movimientos de los peces en las jaulas puedan aumentar la circulación. No se conoce la importancia relativa de esos dos factores. Se supone también que los peces vacían plenamente su cavidad bucal en cada ocasión, cosa poco probable.

Concentración de oxígeno en el agua.

Si se calcula la velocidad de la corriente a través de las jaulas y se conoce la concentración de O_2 en el agua, es posible calcular la disponibilidad de O_2 en las jaulas piscícolas. Si se calculan las necesidades de O_2 de los peces enjaulados, suponiendo las peores condiciones posibles (temperaturas elevadas, peces pequeños, necesidades después de las comidas), se puede calcular la densidad apropiada de siembra:

Dimensiones de las jaulas = $6 \times 3 \times 2.5$ m

$A = 18 \text{ m}^2$

$L = 6$ m

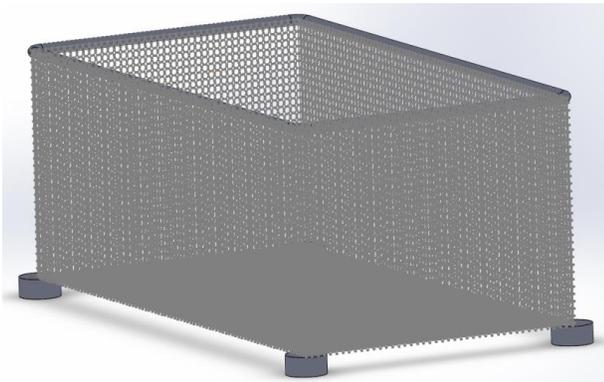
$V_i = 0,001 \text{ m s}^{-1}$

Temp. = 26°C

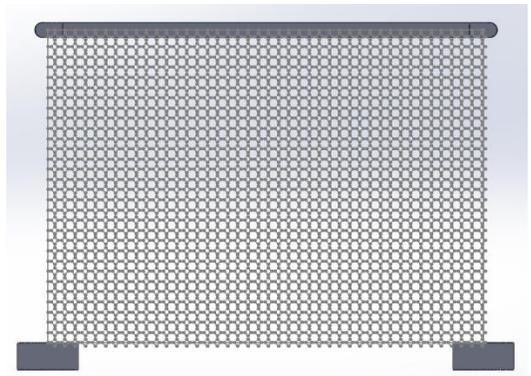
Contenido de O₂ del agua, suponiendo una saturación del 100 % al nivel del mar
= 7,6 mg l⁻¹

Disponibilidad de O₂ en las jaulas = $V_i \times A \times 1000 \times 7,6 = 136.8 \text{ mg O}_2 \text{ s}^{-1}$

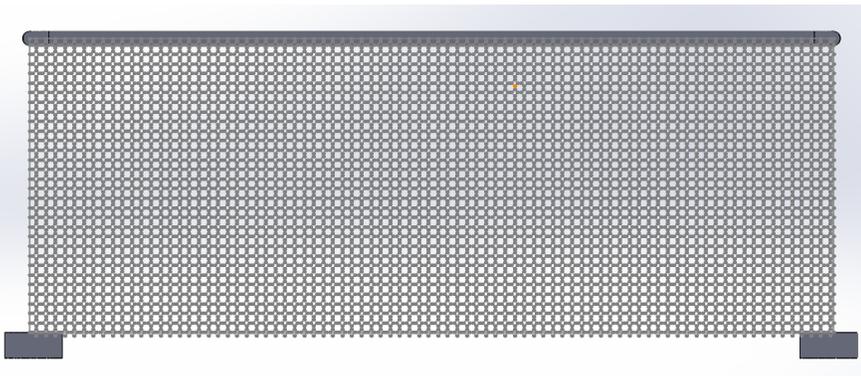
10 - PLANOS Y BOCETOS



Vista en Isométrico



Vista frontal



Vista lateral



Vista superior
sin malla

PASOS PARA LA CONSTRUCCION

1 - BASE

1.1 Unir los tubos de PVC con sus respectivos coples y codos de manera que quede un rectángulo de 6 x 3 metros aproximadamente.

1.2 Sellar perfectamente las uniones con silicón de tal manera que no pueda entrar agua a los tubos y esperar a que se seque.

2 – MALLA

2.1 Colocar los extremos de la malla rodeando el perímetro del tubo y cocer por dentro con el hilo para pescar de tal manera que quede sujeta completamente la malla a la estructura de PVC.

3 – FLOTADORES

3.1 Colocar los flotadores (botes) en las esquinas de las estructuras y uno a la mitad de cada lado, todos ellos por fuera y amarrar a la estructura de manera que no puedan ser movidos por la presión del agua.

Los botes tendrán que estar completamente cerrados sin que se puedan llenar de agua.

4 – PESAS / ANCLAS

4.1 Ya sean las bolsas o botes rellenos con cemento, se recomiendan que no pasen de 3 Kg de peso y que sean colocados en las esquinas y en medio al igual que los flotadores, sin embargo estos irán en la parte inferior y por fuera de la jaula atados a la red.

5 – PROTECCIÓN

5.1 Como protección en la superficie para evitar depredadores externos como aves o el salto de los peces, es recomendable poner una “tapa” con la misma malla del tamaño de la superficie la cual pueda ser fácilmente retirable.

12 - ANEXOS

Anexo No. 1 Análisis de calidad del agua de la presa el hurtado y su principal influente

13 – BIBLIOGRAFIAS

<http://www.innovacion.gob.sv/>

<https://www.ecured.cu/Alev%C3%ADn>

<http://www.latribuna.hn/2015/03/07/tilapias-crianza-y-desove-de-alevines/>

<https://www.ecured.cu/Alev%C3%ADn>

FAO DOCUMENTO TECNICO DE PESCA 255 “Piscicultura en jaulas y corrales modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente”.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE OCCIDENTE



Reporte de Laboratorio

**ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA DE LA PRESA EL
HURTADO Y SU PRINCIPAL INFLUENTE**

María Estefanía Arce Pérez

Lucía Gascón Castillero

Mariana Romero Padilla

Andrés Zuloaga Cano

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, México

15 de Julio de 2016

RESUMEN

El presente documento presenta los resultados obtenidos en el estudio de calidad del agua realizado por el equipo de trabajo de ingeniería ambiental en su Proyecto de Aplicación Profesional en San Pedro Valencia durante el periodo de verano 2016.

El proyecto consistió en un análisis de calidad del agua de la presa El Hurtado y su principal influente, con el objetivo de conocer su nivel de contaminación y entregarle a la comunidad un diagnóstico de la condición del agua de la presa, para a partir del mismo formular un plan de saneamiento de la misma. Se llegó a la conclusión que la calidad del agua de la presa se encuentra en buen estado, sin embargo la calidad del agua del río es preocupante, ya que al analizarlo con la normatividad mexicana, rebasa los límites máximos permisibles.

OBJETIVOS

- Hacer muestreos de agua de la Presa El Hurtado y de su principal influente, con sus respectivos análisis *in situ*.
- Analizar el agua de las muestras en el laboratorio con el fin de encontrar valores de DBO y DQO.
- Diagnosticar el grado de contaminación del agua en ambos cuerpos de agua, y verificar si cumplen estos niveles con los límites máximos permisibles por la NOM-001-SEMARNAT-1996 así como con los niveles aceptables de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

INTRODUCCIÓN

Un estudio de calidad del agua consta de tres fases: la fase de muestreo, la de análisis *in situ* y la de análisis en el laboratorio. Para llevar a cabo un muestreo de agua, se debe realizar bajo los lineamientos establecidos por la normatividad mexicana. Por ejemplo, la Norma Mexicana NMX-AA-003-1980 establece los lineamientos generales para muestrear las descargas de aguas residuales. Cada muestreo depende del tipo de cuerpo de agua que se quiere analizar.

Los lineamientos que se toman en cuenta para el análisis tienen que ver con sus características físicas y químicas. Entre las principales características físicas del agua se encuentran: pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, color, contenido de grasas/aceites, materia flotante, sólidos sedimentados y algas. Entre las características químicas tenemos la medición de distintos compuestos y elementos disueltos en el agua, como de amonio, cobre, fosfatos, nitratos y nitritos. También se toman en cuenta aquellos parámetros que se consideran físico-químicos tales como el oxígeno disuelto, la alcalinidad y la dureza del agua.

Todos los parámetros anteriormente mencionados se miden durante la segunda fase del estudio, el análisis *in situ*.

A continuación se menciona la relevancia de los parámetros de calidad del agua de mayor relevancia:

- Oxígeno disuelto. Cantidad de oxígeno que se encuentra en un determinado volumen de agua, por las turbulencias generadas dentro del cuerpo de agua. Es un indicador importante de la cantidad de contaminantes presentes en el agua, pues una cantidad menor de OD, representa un alto contenido de bacterias (que han consumido una gran cantidad de oxígeno) y dejan muy poco disponible para el resto de la biota del cuerpo de agua.
- Dureza. Este parámetro se refiere a la cantidad de carbonatos, cloruros, bicarbonatos, sulfatos, calcio y magnesio, que producen incrustaciones en tuberías y un gasto de agua superior cuando es necesario enjuagar jabones, ya que producen sales insolubles, además el agua pierde eficiencia de transferencia de calor.
- Fosfatos. Altas cantidades de fósforo en cuerpos de agua, puede ser nociva debido a que estimulan el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos que producen eutrofización en cuerpos de agua.

En el laboratorio se pueden obtener los dos principales contaminantes del agua, sobre todo de las aguas residuales, que son la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). La DBO consiste en la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial y el oxígeno disuelto después de cinco días de tomada la muestra; es decir, el oxígeno consumido por la degradación de la materia orgánica dentro de la muestra. La Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001 establece la determinación de DBO por el método de incubación por diluciones.

La DQO es la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que contiene la muestra, y esta fue determinada mediante el método HACH, con el uso de un termo reactor, en el cual se realizó una digestión de cada muestra.

Por otra parte, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-1996-SEMARNAT establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. En la siguiente Imagen I se muestra la Tabla 2 de la NOM-001-SEMARNAT-1996, donde se establecen los LMP para algunos contaminantes en diferentes cuerpos de agua y suelo, según su tipo:

TABLA 2

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																				
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso Público Urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)		Humedales naturales (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(1) Instantáneo

(2) Muestra Simple Promedio Ponderado

(3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.

P.D.= Promedio Diario; P.M.= Promedio Mensual; N.A.= No es aplicable (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Imagen I. Tabla 2 extraída de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles para contaminantes básico (Fuente: Diario de la Federación)

Por último, la Tabla I muestra, de acuerdo a los parámetros de la Comisión Nacional del Agua, cómo la calidad del agua está definida, con la DBO y DQO como indicadores.

Tabla I. Indicadores de calidad del agua de la CONAGUA.

Calidad del agua	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)
Excelente	< 10	< 3
Buena	10 - 20	3 - 6
Aceptable	21-40	7 - 30
Contaminada	41-200	31-120
Fuertemente contaminada	> 200	> 120

(FUENTE: CONAGUA, 2016)

En vista de la inquietud de los pobladores de San Pedro Valencia acerca de la calidad de su agua, esta práctica consistió en llevar a cabo un análisis de las aguas de la presa El Hurtado y de su principal influente; se constituyó por cuatro muestreos acompañados de un análisis *in situ* y un posterior análisis en el laboratorio cada uno.

El muestreo consistió en muestrear en el influente durante las horas pico del día (13:00, 14:00 y las 15:00 horas), así como la presa en horario indiferente, pero en distintos puntos de la misma. El punto de muestreo elegido para el influente fue un canal, y la razón de esto fue por su geometría regular, a partir de la cual se pudieron conocer sus dimensiones para calcular el flujo de agua que corre hacia la presa.

En la presa, el muestreo se llevó a cabo en una lancha en compañía de pobladores, los puntos de muestreo fueron los siguientes, de los cuales A y C se tomaron muestras por duplicado:

- A- Cortina de la presa
- B- Punto medio entre la cortina y la descarga del influente a la presa
- C- Descarga del influente a la presa

- D- Extremo izquierdo descarga
- E- Extremo derecho descarga
- F- Centro presa
- G- Granja de peces (punto donde se pretende instalar)

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

MUESTREO

- Tubo muestreador
- Botella de cristal para tomar muestra
- 16 botes de plástico para almacenar muestra de 1L
- Tubos de sedimentación

ANÁLISIS IN SITU

- Medidor de pH/conductímetro Hanna HI 9812
- Termómetro Taylor SAMA CT 20 6333N
- Medidor de Oxígeno Disuelto Hanna Instruments HI 9142
- Disco Secchi Manufactura ITESO
- Reactivo analítico de dureza, cloro total, pH y alcalinidad HACH Aquachek 3308 CAT:27552-50
- Reactivo analítico de amonio HACH Aquachek 9294 CAT:27553-25
- Reactivo analítico de cobre HACH Aquachek 3273 CAT: 22451-25
- Reactivo analítico de fosfatos HACH Aquachek 9212 CAT:27571-50
- Reactivo analítico de nitratos y nitritos HACH Aquachek 9260 CAT: 27454-23

ANÁLISIS DE LABORATORIO

- Botellas Winkler de 300 mL (3 por cada muestra)
- Pipetas aforadas de 10, 5 y 2 mL
- Agua de dilución
- 3 Vasos de precipitado de 250 mL

- Termo reactor
- Termómetro de 200°C
- Tubos Hach con solución preparada para DQO Baja Concentración
- Pipeta de 10 mL
- Gradilla para tubos de ensayo
- Espectrofotómetro BACHARACH Modelo Coleman 35

MÉTODOS

MUESTREO

Primero, se le colocó el bote receptor de agua al tubo muestreador asegurándose que estos embonaran correctamente para poder realizar el muestreo del agua tanto del río como de la presa. También se verificó que el agujero del muestreador no tuviera ninguna obstrucción para que el agua entrara fácilmente.

Se sumergió el muestreador en el agua y se esperó hasta que ya no salieran burbujas de aire por el agujero donde entra el agua lo cual tomó dos minutos aproximadamente. Una vez llenado el recipiente, se vertió en otro bote para almacenar la muestra. Este procedimiento se realizó una vez por cada muestra hasta obtener la totalidad de muestras.

ANÁLISIS IN SITU

La prueba de pH consistió en introducir el electrodo del medidor pH Hanna HI 9812 en las muestras, se dejó que se estabilizara la medición por un tiempo aproximado de un minuto y se registró el valor. Con el mismo instrumento, también se midió la conductividad eléctrica. El oxígeno disuelto se midió introduciendo el electrodo del equipo correspondiente en la muestra por cinco minutos o hasta que se estabilizara. Entre cada medición se enjuagó el electrodo con agua destilada.

La temperatura ambiente y de la muestra fue medida con el termómetro Taylor SAMA CT 20 6333N. El procedimiento para realizar esta medición consistió en introducir el termómetro por tres minutos a cada muestra y después se registró el valor obtenido. Para la medición de la temperatura ambiente, se dejó el termómetro fuera del agua y se registró el valor.

Después, únicamente en la presa, se midió la claridad Secchi con el disco de manufactura ITESO atado a una cuerda graduada cada 0.50 m. Se introdujo lentamente en el agua hasta que se perdiera

su visualización a simple vista y se registró el valor de la profundidad al cual fue sumergido basándose en la cuerda graduada.

Los sólidos sedimentables se midieron llenando los tubos sedimentadores y dejándolos reposar por 40 minutos. En cambio, la materia flotante, grasas y aceites; contenido de algas, color y organismos macroscópicos podían ser observados a simple vista.

Una vez terminadas las determinaciones con equipo analítico, se procedió a realizar las mediciones mediante tiras reactivas. Primero se utilizó el trazador de reactivos Hach Aquacheck 3308 para realizar las mediciones de pH. Se introdujo la tira reactiva a la muestra y se comparó con el control que se encontraba en el bote del trazador. Se registraron los valores. Por último, se midió la concentración de dureza, amonio, cobre, fosfatos, nitratos y nitritos introduciendo la tira reactiva de cada uno de los trazadores adecuados a la muestra de agua. Se comparó el color de la tira reactiva con el color de control y se registró el valor correspondiente.

Una vez terminado el análisis in situ se almacenaron las muestras en una hielera a una temperatura aproximada de 4° C.

A las muestras que se utilizarían para la medición de DQO en el laboratorio, se les añadió tres gotas de una solución de ácido sulfúrico diluido para preservarlas.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Una vez en el laboratorio, se realizaron dos procedimientos: uno para la obtención de DBO y el otro para la obtención de DQO.

Para DBO, se dejó que las muestras alcanzaran una temperatura de 20°C para poder procesarlas, y mientras se prepararon varios litros de agua de dilución y de la misma se realizó la medición de oxígeno disuelto inicial (OD_0).

El agua de dilución se preparó midiendo el peso en seco del recipiente, en este caso un garrafón de vidrio de 19 L, después se colocó agua de la llave del ITESO y nuevamente se realizó una medición del peso. Se realizó una resta para conocer el peso del agua, con la finalidad de conocer la cantidad de nutrientes a agregar. Una vez conocida la cantidad, se colocó el dosificador de oxígeno durante un día completo para que el agua de dilución alcanzara la saturación de disuelto y así continuar con el análisis de DBO.

Posteriormente, se procedió a hacer diluciones de la muestra en frascos Winkler de 300 mL. Por cada muestra se hizo una dilución con los siguientes factores de dilución: 1:10, 1:25 y 1:50; es decir, que vertimos dentro del frasco 30, 12 y 6 mL de muestra de agua respectivamente. Cada frasco se aforó a tope con el agua de dilución, se etiquetó según correspondía y se tapó.

Una vez preparadas todas las diluciones, se incubaron a una temperatura de 20° C durante cinco días. Pasados los cinco días, se regresó al laboratorio a hacer mediciones de OD₅, es decir el índice de oxígeno disuelto pasados cinco días de incubación.

Para el análisis de DQO, el procedimiento fue mucho más sencillo. Primero, se programó el termo reactor para digerir las muestras durante 90 minutos a una temperatura de 150° C, y se introdujo el termómetro de 200° C como soporte para la medición de la temperatura. Mientras se calentaba el equipo, tan sólo bastó con vaciar 2.5 mL de cada muestra de agua en bruto dentro de cada tubo Hach con solución preparada (la cual contenía una solución de dicromato de potasio K₂Cr₂O₇ y ácido sulfúrico H₂SO₄) para medir el DQO de baja concentración (0 - 150 mg/L). Se cerró, poniendo especial atención en apretar bien la tapa para evitar derrames, se apretó y se introdujo dentro del termo reactor.

Una vez finalizada la digestión de las muestras durante 90 minutos, se apagó el equipo, se sacaron los tubos Hach, y se colocaron en la gradilla de tubos de ensayo. Se dejaron enfriar, y una vez enfriados se tomaron mediciones de absorbancia de cada uno a una longitud de onda de 450 nm, y se registraron los resultados de cada uno.

RESULTADOS

A continuación, se presentan las Tablas II y III, donde se presentan los resultados obtenidos in situ del río y de la presa respectivamente, y en una posterior discusión se hará una comparación con lo establecido por la CONAGUA, y con los límites máximos permisibles por la normatividad mexicana (NOM-001-SEMARNAT-1996).

Tabla II. Resultados obtenidos para los parámetros de calidad del agua medidos in situ en el RÍO

Muestreo	Fecha	pH	Temperatura Muestra	Temperatura Ambiente	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Dureza	Amonio	Cobre	Fosfatos	Nitratos	Nitritos	Grasas y aceites	Sólidos Sedimentados	Materia flotante	Contenido de algas	Olor y color
			°C	°C													
01:00:00 p. m.	12-jun-16	6.5	23	27	-	0.60	120.00	3.00	0.00	50.00	3.00	0.70	no	no	si	no	Aguas negras/café
02:00:00 p. m.		6.5	22	28	-	0.40	120.00	3.00	0.00	50.00	2.00	1.00	no	no	si	no	Aguas negras/café
03:00:00 p. m.		6.7	22	30	-	0.40	120.00	4.50	0.00	30.00	3.50	0.08	no	no	no	no	Aguas negras/café
01:00:00 p. m.	15-jun-16	6.7	24	24	-	0.00	120.00	1.00	0.00	40.00	2.00	0.08	no	no	no	no	Aguas negras/café
02:00:00 p. m.		6.7	24	26	-	0.00	120.00	2.00	0.00	40.00	2.00	0.00	no	no	no	no	Aguas negras/café
03:00:00 p. m.		6.8	24	24	-	0.00	120.00	3.00	0.00	40.00	2.00	0.08	no	no	no	no	Aguas negras/café
01:00:00 p. m.	17-jun-16	6.2	24	30	1040	2.70	120.00	1.00	0.00	25.00	3.50	0.15	no	no	no	no	Aguas negras/café
02:00:00 p. m.		7.1	23	32	950	2.50	120.00	3.00	0.00	40.00	2.00	0.00	no	no	no	no	Aguas negras/café
03:00:00 p. m.		6.8	24	31	980	2.00	120.00	3.00	0.00	20.00	2.00	0.15	no	no	no	no	Aguas negras/café
01:00:00 p. m.	22-jun-16	7.0	25	30	890	2.00	120.00	2.50	0.00	20.00	-	-	no	no	no	no	Aguas negras/café
02:00:00 p. m.		6.5	27	32	750	1.50	120.00	3.00	0.00	30.00	-	-	no	no	no	no	Aguas negras/café
03:00:00 p. m.		7.2	28	31	850	1.90	120.00	3.00	0.00	20.00	-	-	no	no	no	no	Aguas negras/café
Promedio		6.7	24	29	910	1.17	120.00	2.67	0.00	33.75	2.44	0.25	no	no	no	no	Aguas negras/café

Tabla III. Resultados obtenidos para los parámetros de calidad del agua medidos in situ en la PRESA

ID. Muestreo	Fecha	pH	Temperatura	Temperatura	Conductividad	Oxígeno	Dureza	Amonio	Cobre	Fosfatos	Nitratos	Nitritos	Grasas y aceites	Sólidos Sedimentados	Materia flotante	Contenido de algas	Olor y color	Claridad Secchi (cm)
			Muestra	Ambiente		Disuelto	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L						
A (Cortina)	15-jun-16	8.4	28	25	-	8.00	120.00	0.25	0.00	30.00	1.50	0.00	no	no	no	no	Pescado/Amarillo claro	50
B (Punto Medio)		7.9	25	25	-	5.80	120.00	0.38	0.00	30.00	1.50	0.08	sí	no	sí	no	Ligero a aguas negras/Amarillo claro	50
C (Delta)		7.8	27	27	-	8.00	120.00	2.00	0.00	15.00	3.50	0.08	sí	no	sí	no	Ligero a aguas negras/Amarillo claro	29
D (Extremo)		7.8	26	24	-	4.10	120.00	0.38	0.00	15.00	2.00	0.00	no	no	no	no	Inoloro/Clara	50
A (Cortina)	17-jun-16	8	27	33	-	10.10	120.00	0.50	0.00	20.00	2.00	0.15	no	no	no	no	Inoloro/Clara	55
C (Delta)		8.3	30	34	-	10.30	120.00	1.00	0.00	50.00	2.00	0.15	no	no	no	no	Inoloro/Clara	50
E (Extremo Opuesto)		7.8	27	29	-	6.70	120.00	0.25	0.00	50.00	2.00	0.15	no	no	no	no	Inoloro/Clara	50
F (Centro Presa)		8.2	27	34	-	6.90	120.00	0.50	0.00	50.00	-	-	no	no	no	no	Inoloro/Clara	53
A (Cortina)	22-jun-16	8.1	27	28	-	12.10	120.00	0.25	0.00	40.00	-	-	no	no	si	no	Inoloro/Clara	50
C (Delta)		6.7	25	26	-	6.40	120.00	3.00	0.00	50.00	-	-	no	no	no	no	Aguas negras/Café	48
F (Centro)		8.1	26	27	-	7.30	120.00	0.25	0.00	40.00	-	-	no	no	no	no	Inoloro/Amarillo	45
G (Acuicultura)		7.4	26	22	770.00	8.00	120.00	0.25	0.00	30.00	-	-	no	no	si	no	Ligero olor a pescado/Clara	26
Promedio		7.9	27	28		7.81	120.00	0.8	0.00	35.00	2.07	0.09	no	no	no	no	Inoloro/Clara	46

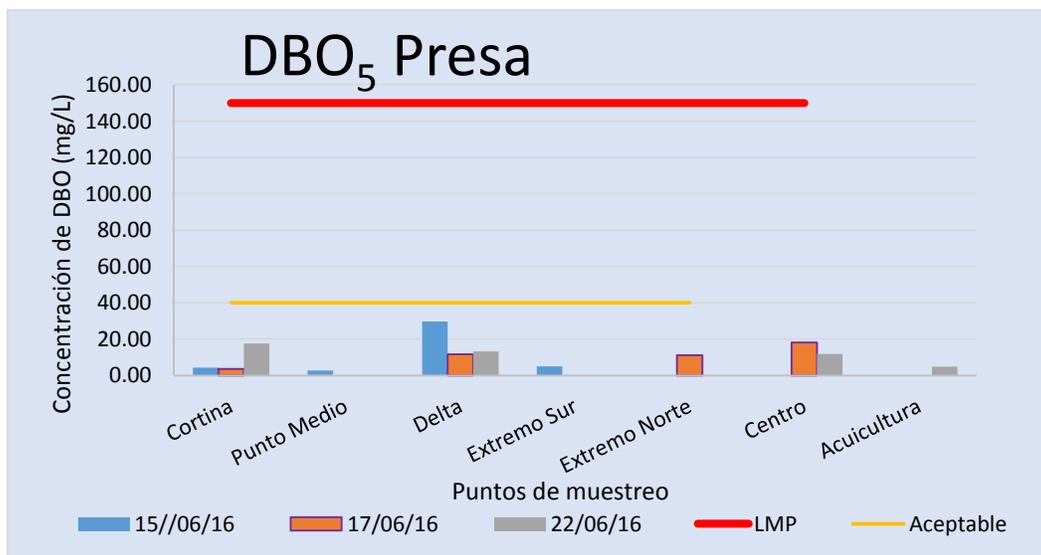
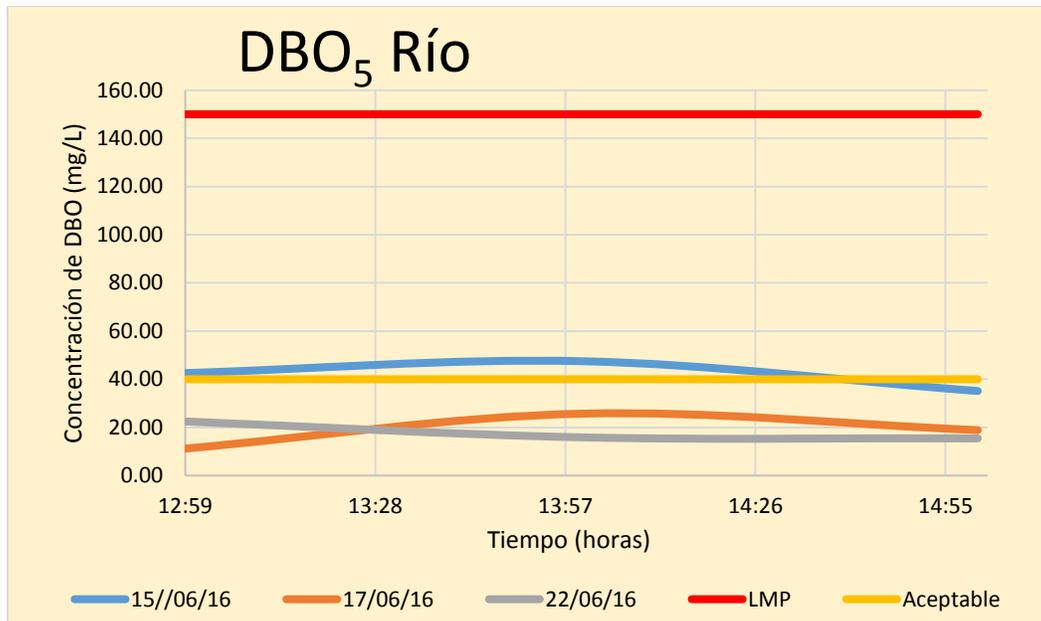
A continuación se muestran la Tabla IV con los resultados de DBO para cada muestra, con sus respectivas gráficas explicativas. En cada gráfica, la línea en rojo muestra el límite permitido por la norma.

Tabla IV. Resultados promedio obtenidos en las pruebas de DBO de cada muestra

Sitio de Muestreo	Muestra	DBO5 (mg/L)			
		15/06/16	17/06/16	22/06/16	Promedio
RÍO	13:00	42.57	11.25	22.46	25.43
	14:00	47.50	25.73	15.89	29.71
	15:00	35.12	18.89	15.48	23.17
PRESA	A (Cortina)	4.38	3.59	17.64	8.54
	B (Punto Medio)	2.72	-	-	2.72
	C (Delta)	29.70	11.73	13.20	18.21
	D (Extremo Sur)	4.96	-	-	4.96
	E (Extremo Norte)	-	11.09	-	11.09
	F (Centro)	-	18.08	11.83	14.95
	G (Acuicultura)	-	-	4.92	4.92

Enseguida, se muestran las Gráficas I y II de DBO₅ obtenidas del muestreo del Río y de la Presa:

Gráficas I y II. Resultados de DBO en el Río y en la Presa



En la Gráfica I se puede apreciar que el río sobrepasa el Límite Aceptable (L.A.) establecido por la CONAGUA, en primer día de muestreo. Sin embargo, no excede los LMP establecidos por la NOM-001-SEMARNAT.

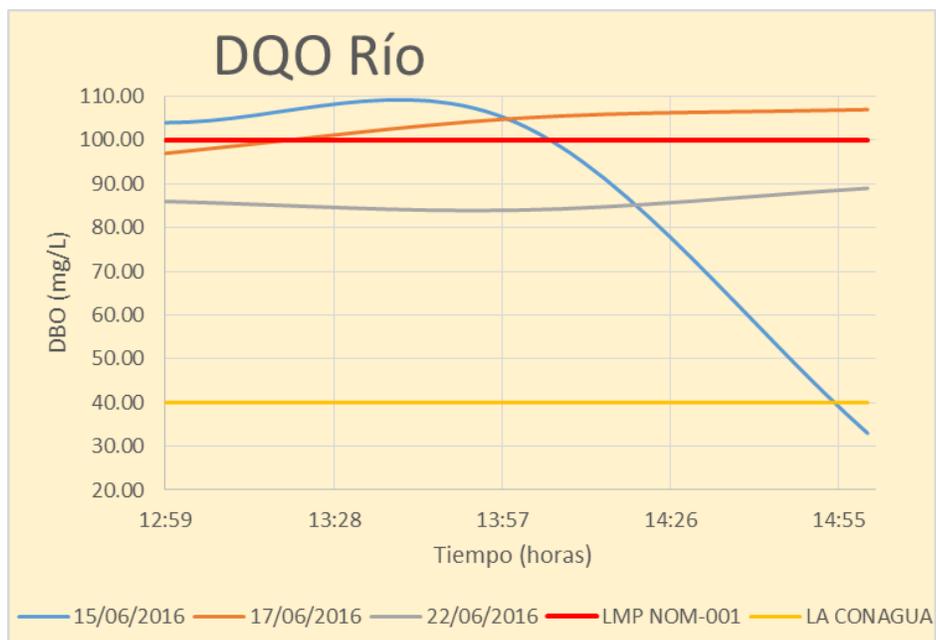
En cambio, el debo de la presa nunca sobre pasa el Límite Aceptable de la CONAGUA ni los LMP establecidos por la SEMARNAT.

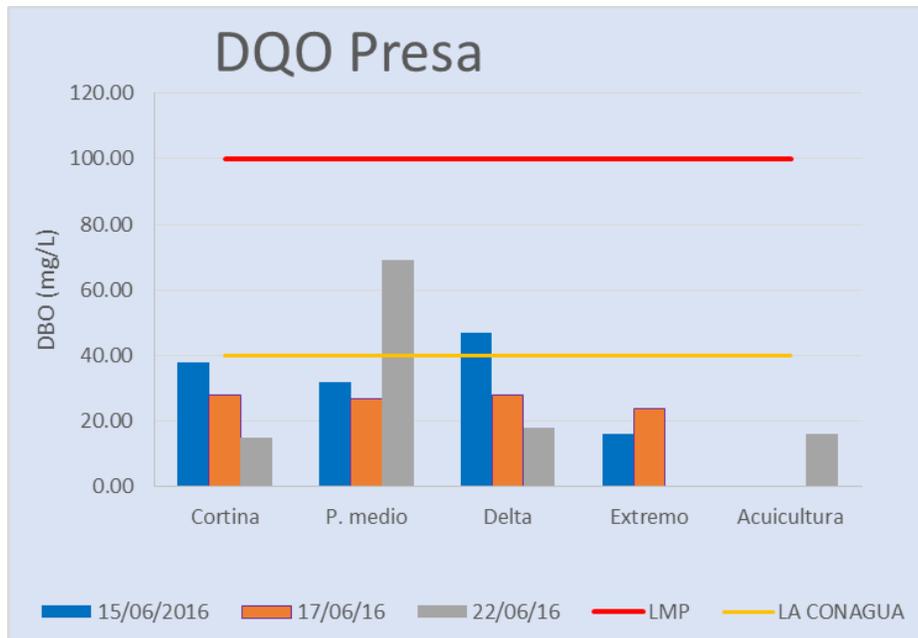
En la siguiente página, se muestra la Tabla V con los resultados obtenidos en el análisis de DQO.

Tabla V. Resultados promedio obtenidos en las pruebas de DQO de cada muestra

Muestra	DQO (mg/L)					
	15/06/2016	17/06/2016	22/06/2016	Promedio	LMP NOM-001	L.A. CONAGUA
13:00	104.00	97.00	86.00	95.67	100.00	40.00
14:00	104.00	105.00	84.00	97.67	100.00	40.00
15:00	33.00	107.00	89.00	76.33	100.00	40.00
Cortina	38.00	28.00	15.00	27.00	100.00	40.00
P. medio	32.00	27.00	69.00	42.67	100.00	40.00
Delta	47.00	28.00	18.00	31.00	100.00	40.00
Extremo	16.00	24.00	-	20.00	100.00	40.00
Acuicultura	-	-	16.00	16.00	100.00	40.00

Gráficas III y IV. Resultados de DQO en el Río y en la Presa



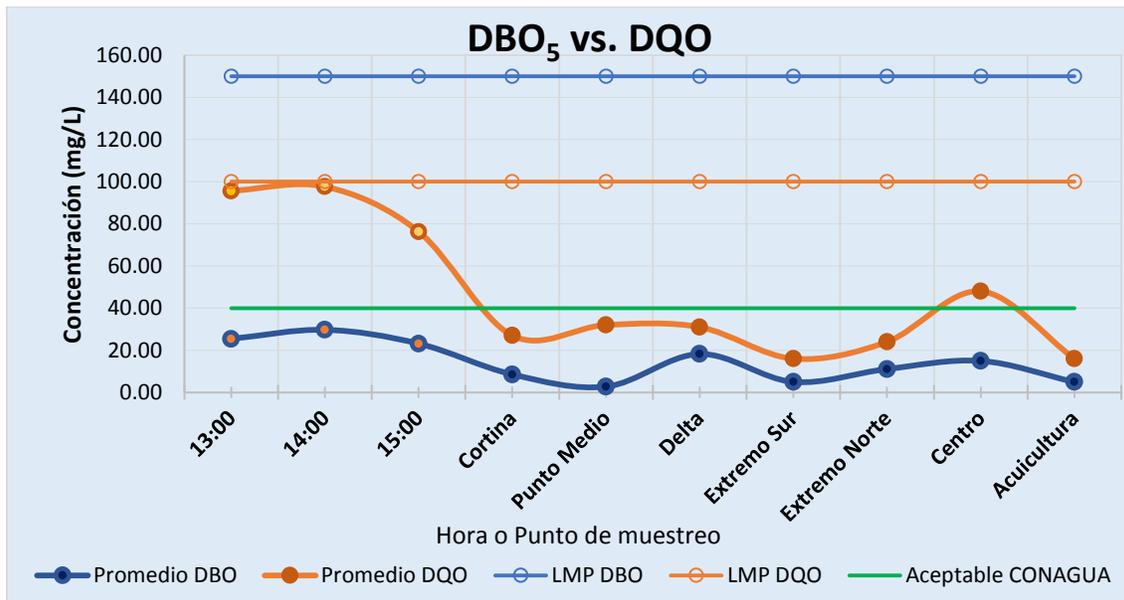


En la Gráfica III se muestra el comportamiento del DQO en el río, y se puede observar que sobrepasa por completo el límite aceptable establecido por la CONAGUA, de igual manera excede los LMP de la normatividad establecida por la SEMARNAT.

En cambio, la presa solamente supera los límites aceptables establecidos por la CONAGUA en dos puntos del muestreo, que es en el delta del río y en el punto medio de la presa, pero lo rebasan en diferentes días.

A continuación se muestra la Gráfica V donde se muestra la comparación del DQO vs el DBO tanto en el río como en la presa:

Gráfica V. Resultados de DBO₅ vs DQO en el Río y en la Presa



A continuación se calculó la cantidad de carga de cada contaminante que entra a la presa mediante el río. Cabe mencionar que el sitio donde se muestrearon los parámetros del río, fue en un canal con forma rectangular, lo cual facilitó el cálculo de flujo másico de cada contaminante.

Para el cálculo de los flujos másicos se midieron las dimensiones del canal del río en donde se realizaron los muestreos, el cual es de geometría rectangular, para posteriormente calcular el flujo de agua que corre, a partir de la medición de la altura del agua en el canal de cada muestreo, para entonces posteriormente calcular el área que ocupaba el agua corriendo por el canal en ese momento.

Además se calculó la velocidad superficial del agua, para lo cual establecimos una distancia de cinco metros en el canal de muestreo, y posteriormente se midió el tiempo en que un objeto flotante tardaba en recorrer dicha distancia, este procedimiento se repitió cinco veces con la finalidad de obtener una velocidad promedio más representativa de la velocidad real del agua en ese momento.

Una vez obtenida el área y la velocidad superficial, se obtuvieron los promedios de cada una para las distintas horas en que se realizaron los muestreos en el río (13:00, 14:00 y 15:00 horas), para entonces obtener los flujos volumétricos promedios de cada uno mediante la siguiente la multiplicación del área promedio por la velocidad promedio de cada una.

Al obtener los flujos volumétricos se multiplicaron por las concentraciones promedio obtenidas para cada contaminante, para entonces obtener lo flujos másicos de cada uno. A continuación se muestran

las Tablas VI y VII, donde se presentan los resultados de área y flujos volumétricos promedio, así como los obtenidos para cada contaminante respectivamente flujos máscicos promedio:

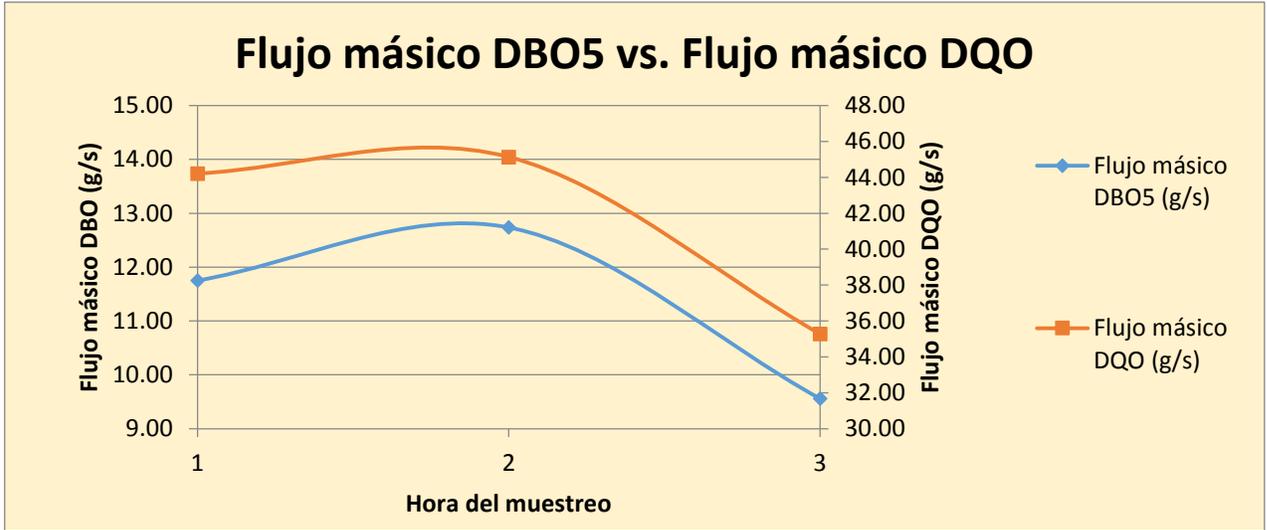
Hora muestreo Río	Área promedio (m2)	Velocidad promedio (m/s)	Flujo volumétrico (m3/s)	Flujo volumétrico (L/s)
13:00	0.2304	2.0057	0.4622	462.15
14:00	0.2264	1.8939	0.4287	428.75
15:00	0.2237	1.8445	0.4126	412.63

Tablas VI y VII. Resultados promedio de área, velocidad y flujo volumétrico del canal de río, así como flujos máxicos promedio de cada contaminante

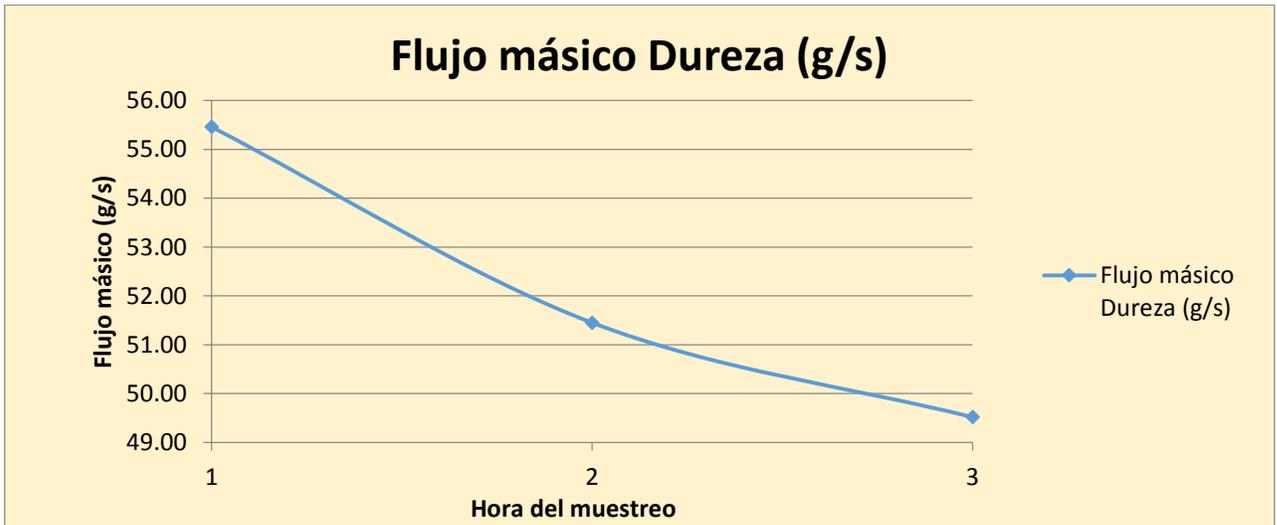
Hora muestreo Río	Flujo máxico DBO5 (g/s)	Flujo máxico DQO (g/s)	Flujo máxico OD (mg/s)	Flujo máxico Dureza (g/s)	Flujo máxico Amonio (g/s)	Flujo máxico fosfatos (g/s)	Flujo máxico nitritos (g/s)	Flujo máxico nitratos (g/s)
13:00	11.75	44.21	0.612	55.46	0.87	15.60	0.1425	1.309
14:00	12.74	45.14	0.472	51.45	1.18	17.15	0.1429	0.857
15:00	9.56	35.28	0.444	49.52	1.39	11.35	0.0413	1.032

A continuación se presentan las Gráficas VI, VII, VIII y IX donde se muestran graficados los valores obtenidos de los flujos máxicos de los contaminantes:

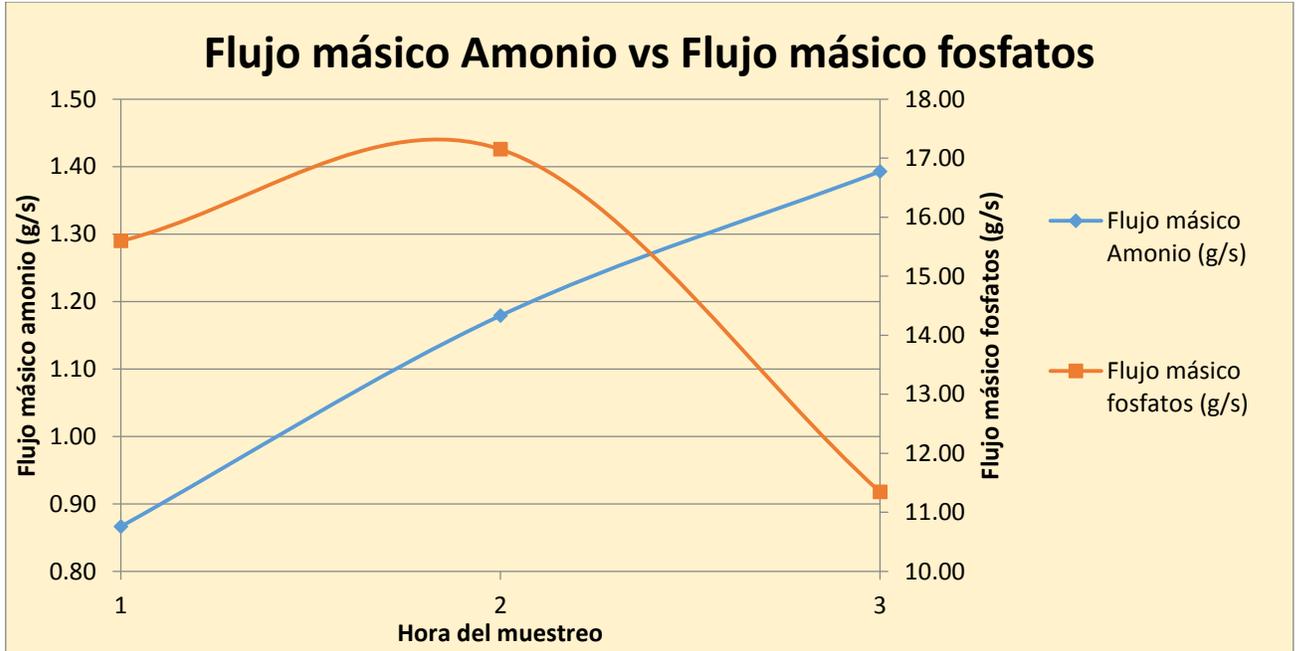
Gráfica VI.



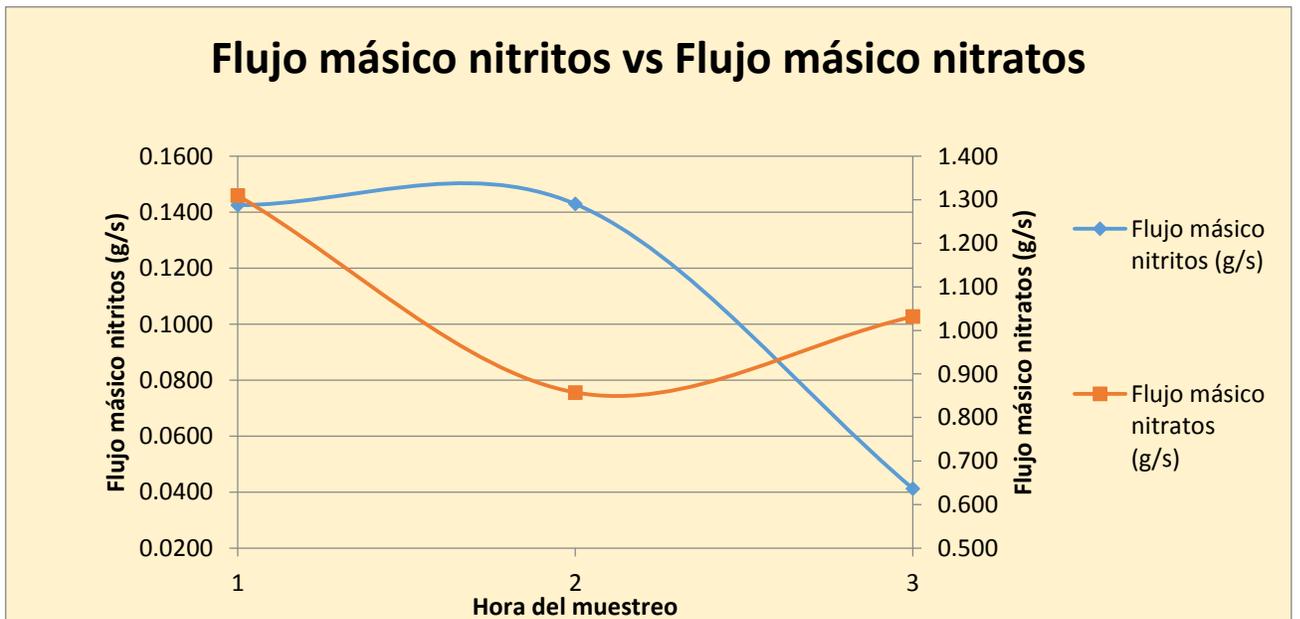
Gráfica VII.



Gráfica VIII.



Gráfica IX.



CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y después de analizarlos de manera adecuada, se llegó a la conclusión que la calidad del agua de la presa no está tan mal como se esperaba, pero esto no indica que no muestre índices de contaminación, ya que sí hay presencia de DQO y DBO que son parámetros que afectan la calidad del agua de la presa y por ende la de la vida que existe en ella.

El principal foco de atención es el río, ya que sus índices de contaminación son elevados en cuanto al DQO ya que como se mencionó con anterioridad, excede ambos límites establecidos por la CONAGUA y SEMARNAT. Es por eso que recomendamos que se le ponga más atención al río para que disminuya la cantidad de contaminación que entra a la presa.

Se cumplieron todos los objetivos mencionados anteriormente. Los principales aprendizajes de la práctica fueron: Aprendimos a realizar muestreos de agua de acuerdo a la normatividad mexicana, y aprendimos a utilizar todos los instrumentos de medición que esto conlleva. También aprendimos acerca de qué contaminantes y en qué concentraciones permiten en el agua las leyes mexicanas, y qué índice de contaminación máximo puede tener para que la CONAGUA la considere agua de calidad aceptable.

Por otra parte, el mayor reto fue hacer los procedimientos de medición de DBO y DQO, ya que es algo que nunca antes habíamos hecho y tuvimos que aprender desde cero, y echando a perder más de una vez; pero por lo mismo en esta área obtuvimos el mayor aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Norma Mexicana NMX-AA-003-1980. Diario de la Federación. 11 de Febrero de 1980. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-003-1980.pdf>

Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001. Diario de la Federación. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-028-SCFI-2001.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Diario de la Federación. 24 de junio de 1996. Recuperado de: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2470.pdf>

Dirección de Ciencia y Tecnología del Mar. (2005). *Manual de Técnico Laboratorista Ambiental Modulo I*. México D.F.: SEMS.

Anexo No. 2 - Alimentos recomendados para las diferentes fases.

INICIADORES.

Nutripec 4418 C: Alimento completo extrudizado flotante con 44% de proteína y 18% de grasa para alevines y crías de peces de clima cálido como la tilapia y la carpa, de un peso de 12 a 30 gramos. Su presentación es en partícula de 1.7 mm. Se recomienda para todo sistema de cultivo.

Nutripec 4418 L: Alimento completo extrudizado flotante con 44% de proteína y 18% de grasa para alevines y crías de peces de clima cálido como la tilapia y la carpa, de un peso de 30 a 60 gramos. Su presentación es en partícula de 2.5 mm. Se recomienda para todo sistema de cultivo.

DESARROLLO.

Nutripec 3508: Alimento completo extrudizado flotante con 35% de proteína y 8% de grasa para el desarrollo de juveniles de peces de clima cálido como la tilapia y la carpa, de un peso de 60 a 150 gramos. Su presentación es en partícula de 3.5 mm. Se recomienda para sistemas de cultivo intensivo y semi-intensivo

Nutripec 3006: Alimento completo extrudizado flotante con 30% de proteína y 6% de grasa para la engorda peces de clima cálido como la tilapia y la carpa, de un peso de 150 a 250 gramos. Su presentación es en partícula de 4.0 mm. Se recomienda para sistemas de cultivo intensivo y semi-intensivo.

FINALIZACIÓN.

Nutripec 2506: Alimento completo extrudizado flotante con 25% de proteína y 6% de grasa para la engorda final de peces de clima cálido como la tilapia y la carpa, de un peso de 250 gramos a cosecha. Su presentación es en partícula de 4.8 mm. Se recomienda para sistemas de cultivo intensivo y semi-intensivo.