

Proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional”

SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORES PRÁCTICAS ACUÍCOLAS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOÍRIS EN EL MUNICIPIO DE AMANALCO, APRN VALLE DE BRAVO.

“MANUAL PARA EL PRODUCTOR” DEL PLAN DE MEJORES PRÁCTICAS ACUÍCOLAS EN LA PRODUCCIÓN DE TRUCHA ARCOÍRIS EN EL MUNICIPIO DE AMANALCO

APRN VALLE DE BRAVO

Entidad consultora: ISO BIO-Ambiental



“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”

Contenido

I. Datos del proyecto.....	3
II. Introducción.....	5
III. ¿Qué debo hacer para ser productor de trucha arcoíris en la República Mexicana?.....	6
IV. Acuicultura responsable.....	16
IV.1 ¿Por qué debo cumplir con la presentación, evaluación y autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental?.....	16
IV.2 ¿Cuáles son las medidas de contención que debo implementar en mi UPA para evitar la fuga o escape de trucha arcoíris al medio natural?.....	17
IV.3 Modificación hidráulica a la canaleta de derivación.	17
IV.4 Cribas o rejillas metálicas de separación de sólidos mayores y contención de organismos.	24
IV.5 Registros de seguridad.	26
IV.6 Métodos de contención en la sala de incubación	27
IV.7 Sedimentador.	28
IV.8 Humedales.	31
IV.9 Uso de sedimentos provenientes de las unidades de producción acuícola.....	32
IV.10. Acciones correctivas y preventivas de aplicación complementaria.	32
IV.11 ¿Por qué se debe obtener la concesión del uso y aprovechamiento de aguas nacionales y el permiso de descarga de aguas residuales?	35
IV.12 Monitoreo anual de la calidad en los cuerpos de agua aledaños a las UPA.	37
IV.13 Metodología de muestreo.	39
IV.13.1 Calendario de muestreo.....	40
IV.13.2 Indicadores para medir la eficacia del programa.....	40
V. Selección de tipo de alimento (Natural o Balanceado).....	44
VI. Programa de manejo de residuos generados en las unidades de producción acuícola.	46
VI.2 Tipos de residuos generados.	46
VI.3 Formato de bitácoras.....	48
VII. Glosario	50
VIII. Bibliografía.	57

I. Datos del proyecto.

I.1 Título.

Servicio de consultoría para la elaboración del plan de mejores prácticas acuícolas en la producción de trucha arcoíris en el municipio de Amanalco, APRN Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec.

I.2 Objetivo.

Diseñar un manual de consulta para el productor, para facilitar la aplicación de mejores prácticas acuícolas en la producción de trucha arcoíris en el municipio de Amanalco, APRN Valle de Bravo.

I.3 Autores.

Ing. Marisol Gallardo Ángeles, Ing. José Ricardo Ortega Peña, Ing. Billy Arriaga Cardona.

I.4 Modo de citar el informe.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo). Memorias del Taller del Plan de Mejores Prácticas Acuícolas en la Producción de Trucha Arcoíris en el Municipio de Amanalco APRN Valle de Bravo, Anexo II Manual para el productor, presentado a la CONABIO y PNUD en el marco del proyecto 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar las especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Gallardo-Ángeles, M., Ortega Peña, J. R. y Arriaga-Cardona, B. 2017 ISO BIO-Ambiental, Puebla, México. 57 ppm

I.5 Área objeto del informe.

Diseño de un manual para el productor que permita consultar el plan de mejores prácticas acuícolas en la producción de trucha arcoíris en el Municipio de Amanalco APRN Valle de Bravo, de forma práctica, breve y precisa con el objetivo de facilitar la aplicación de las mismas.

I.6 Fecha de inicio y terminación del proyecto.

- Fecha de Inicio: 15 de junio de 2016.
- Fecha de término: 15 de junio de 2017

La realización de este trabajo sirve para ayudar en la implementación de la Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México, concretamente a alcanzar la Meta 1.7: Medidas de bioseguridad y sanitarias instrumentadas permanentemente en la introducción, manejo y uso de especies exóticas invasoras.

I.7 Resumen del informe.

La actividad acuícola se posiciona cada día como una de las mejores opciones productivas de las zonas rurales. La actividad debe hacerse en forma controlada, considerando la capacidad de producción y su relación con los servicios ambientales de la cuenca, en especial sobre el recurso hídrico, el decremento en su calidad y/o cantidad simplemente representaría el decremento o fin de la actividad acuícola.

La condición actual de la cuenca refleja los impactos ambientales y sociales de haber realizado acuicultura durante aproximadamente 30 años, a través de sistemas con falta de planeación y un crecimiento descontrolado de la actividad acuícola rural y comercial. En la zona de estudio, entre las principales consecuencias de la actividad se encuentra la presencia de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en los cauces aledaños a los sistemas de producción.

Por lo regular, en las comunidades rurales, se le conoce como “trucha criolla” a todos aquellos organismos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) que se encuentran en estado libre (debido a introducciones accidentales o intencionales) y se reproducen de manera natural dentro de los cauces; sin embargo, no hay que perder de vista que, en México, únicamente, se cuenta con especies nativas de trucha arcoíris de la sub especie *Oncorhynchus mykiss* subsp. *nelsoni*, que habita en la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California; conocida como trucha dorada, y de la especie *Oncorhynchus chrysogaster*, que habita en el Sur de la Sierra Madre Occidental entre los límites de Durango y Sinaloa y al menos otras cuatro entidades genéticas todavía no identificadas del género *Oncorhynchus* spp. (Nielsen y Sage, 2001; Hendrickson *et al.*, 2002; Ruiz-Campos *et al.*, 2003; Hendrickson *et al.*, 2007; Espinosa *et al.*, 2007).

Por lo anterior, no debe confundirse a la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) como trucha nativa o criolla de México, ya que su distribución original no es propia del país; y ha sido introducida con fines de productividad alimentaria. La trucha arcoíris es una especie exótica invasora que puede ocasionar desequilibrios ecológicos a los ecosistemas (Contreras, 2014).

La acuicultura no es sencilla, al igual que otras actividades, para realizarla se debe contar con autorización en diferentes materias normativas y adaptaciones operativas en los sistemas de producción. Sin embargo, la producción de trucha arcoíris representa una alternativa de generación de alimentos con alto contenido nutrimental a la que puede acceder la población rural ubicada en zonas de alta y muy alta marginación. El objetivo de este manual es informar al productor de todos aquellos requisitos administrativos y mejores prácticas de producción de trucha arcoíris, que debe cumplir para operar con legalidad y en el marco del desarrollo de producción acuícola sustentable que permita garantizar la permanencia de la actividad a largo plazo.

II. Introducción.

Este manual de mejores prácticas acuícolas para la producción de trucha arcoíris en el municipio de Amanalco, APRN Valle de Bravo, tiene la ventaja de no solo ser un método de aplicación para la cuenca de Amanalco, Estado de México, ya que está diseñado para ser aplicado en cualquier unidad de producción de trucha arcoíris en la República Mexicana.

Durante la ejecución del “Diagnóstico de la operación de 10 granjas trutícolas o unidades de producción acuícola (UPA) y sus impactos en el medio natural, como parte de las acciones necesarias para la elaboración del Plan de mejores prácticas acuícolas en la producción de trucha arcoíris en el municipio de Amanalco, APRN Valle de Bravo”, se observó que las unidades de producción acuícola carecen de medidas de contención adecuadas para evitar la fuga o escape de trucha arcoíris a los cauces aledaños a las UPA. Esta situación resulta sumamente riesgosa, ya que una de las mayores amenazas para la biodiversidad es la introducción, intencional o accidental, de especies exóticas que desarrollan un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas. Éstos, incluyen desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la estructura y composición de las comunidades, así como en su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres, degradación de la integridad ecológica de ecosistemas terrestres y acuáticos epicontinentales, reducción de la diversidad genética y transmisión de enfermedades que afectan la salud humana. Ya que, al ser introducidos a un nuevo medio, ciertos organismos desarrollan un comportamiento diferente al que tenían en su ecosistema de origen. Una especie con potencial invasor es aquella que, al ser desplazada, en el lugar de destino encuentra condiciones iguales o mejores que en su ecosistema de origen, ausencia de depredadores y de eventos naturales que controlen sus poblaciones. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de poblaciones y especies y la degradación de los ecosistemas.

Entre los costos socioeconómicos se encuentran el impacto directo a la agricultura, silvicultura, pesca y turismo, con afectaciones de millones de dólares. Asimismo, representan problemas de salud pública, ya que cada especie nueva, puede ser vector de alguna enfermedad que afecte al hombre y con la que no se había tenido contacto hasta la llegada de esa especie.

En este contexto, durante el análisis de las 10 granjas ubicadas en el APRN Valle de Bravo se encontró que los niveles fisicoquímicos de calidad del agua durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 2016 estuvieron muy por debajo de los parámetros máximos permisibles que marca la NOM-001-SEMARNAT-1996. Esto quiere decir que la producción acuícola de la trucha arcoíris, a diferencia de las prácticas de producción acuícola con otras especies como el camarón o la tilapia, genera un impacto menos significativo con respecto a la calidad del agua. Sin embargo, hay que puntualizar que el monitoreo se realizó durante un periodo de tiempo corto, por lo que es necesario generar una cultura del monitoreo de calidad del agua, y con ello obtener una base de datos anual que incluya muestreos cuatrimestrales como una de las acciones preventivas de mayor alcance. Estas acciones permitirán reflejar con precisión el impacto ambiental (positivo o negativo) que genera la producción de trucha arcoíris directamente al rubro agua, ya que los monitoreos de calidad de agua con periodicidad continua generarán datos anuales que permitirán la toma de decisiones en materia normativa.

Con la finalidad de unificar los términos técnicos utilizados para la actividad acuícola, se anexa un glosario al final del manual, de acuerdo con los términos utilizados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Acuicultura y Pesca Sustentables y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III. ¿Qué debo hacer para ser productor de trucha arcoíris en la República Mexicana?

En la República Mexicana, las personas que trabajan con acuicultura con trucha arcoíris deben realizar diferentes trámites administrativos los cuales obedecen a un sistema normativo basado, inicialmente, en el artículo 4º Constitucional.

Las Leyes que tienen relación con el desarrollo de la actividad son: la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), Ley de Aguas Nacionales (LAN), Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y en algunos casos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Actualmente muchas UPA que operan., no cuentan con los permisos y autorizaciones correspondientes para la actividad, por lo que es necesario que los acuicultores conozcan

los requisitos administrativos que deben cumplir para poder realizar la actividad. A continuación, se presentan los trámites necesarios y las recomendaciones operativas por orden de importancia para el adecuado funcionamiento.

Requisitos para producción de trucha arcoíris:	Documentación necesaria para tramitarlos
<p>1. Obtención de la autorización en materia de impacto ambiental emitida por SEMARNAT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de impacto ambiental. • Pago de derechos. • Documentación legal del titular. • Documentación legal del predio. <p>Para mayor información, consultar la página: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/tramites-relacionados-al-tema-de-impacto-ambiental</p>
<p>2. Obtención de la concesión del uso y aprovechamiento de aguas nacionales para uso acuícola emitida por CONAGUA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resolutivo en materia de impacto ambiental. • Documentación legal del titular. • Documentación legal del predio. • Formato CNA-01-03 de CONAGUA. • Solicitud única de servicios hidrológicos de CONAGUA. • Dibujo con puntos de referencia que permita ubicar la localización de extracción. • Planos de descripción y características del proyecto. • Memoria técnica del cálculo de volúmenes solicitados. <p>Para mayor información, consultar la página: https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/tramites-de-la-comision-nacional-del-agua</p>
<p>3. Obtención del permiso de ocupación de zona federal emitida por CONAGUA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud única de servicios hídricos. • Formato CNA-01-006 concesión para ocupación de terrenos federales. • Acreditar personalidad jurídica. • Documentación técnica que soporte la solicitud. • Planos de obra con descripción y caracterización. • Resolutivo en Materia de Impacto Ambiental. • Pago de derechos. <p>Para mayor información, consultar la página:</p>

Requisitos para producción de trucha arcoíris:	Documentación necesaria para tramitarlos
<p>4. Obtención del permiso de descarga de aguas residuales emitido por CONAGUA.</p>	<p>https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/tramites-de-la-comision-nacional-del-agua</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicitud única de servicios hidrológicos • Formato CNA-01-001 Permiso de descargas residuales. • Acreditar personalidad jurídica • Memoria técnica para cumplir con normatividad aplicable. • Documento técnico con descripción de volumen, régimen, nombre y ubicación de cuerpo de agua receptor. • Dibujo con puntos de referencia que permita localizar el punto de descarga. • Manifestación de insumos clasificados como peligrosos o que se conviertan en contaminantes no considerados en la NOM-001-SEMARNAT-1996. • Caracterización de DBO y sólidos suspendidos si la descarga excede 300m³/día. • Descripción de los sistemas y procesos de tratamiento. • Croquis y descripción de procesos que dan lugar a la descarga. <p>Para mayor información, consultar la página: https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/tramites-de-la-comision-nacional-del-agua</p>
<p>5. Obtención del Registro Nacional de Pesca y Acuicultura (RNPA).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación oficial (credencial INE, cartilla militar, licencia de manejo) • Registro Federal de Contribuyentes (RFC) • Clave Única de Registro de Población (CURP) • Acta constitutiva (en su caso) • Acudir a la oficina de pesca más cercana a su localidad con la documentación requerida para el registro. • Solicitar al encargado de la oficina de pesca la inscripción al registro nacional de pesca y acuicultura de la razón social y activos de pesca.

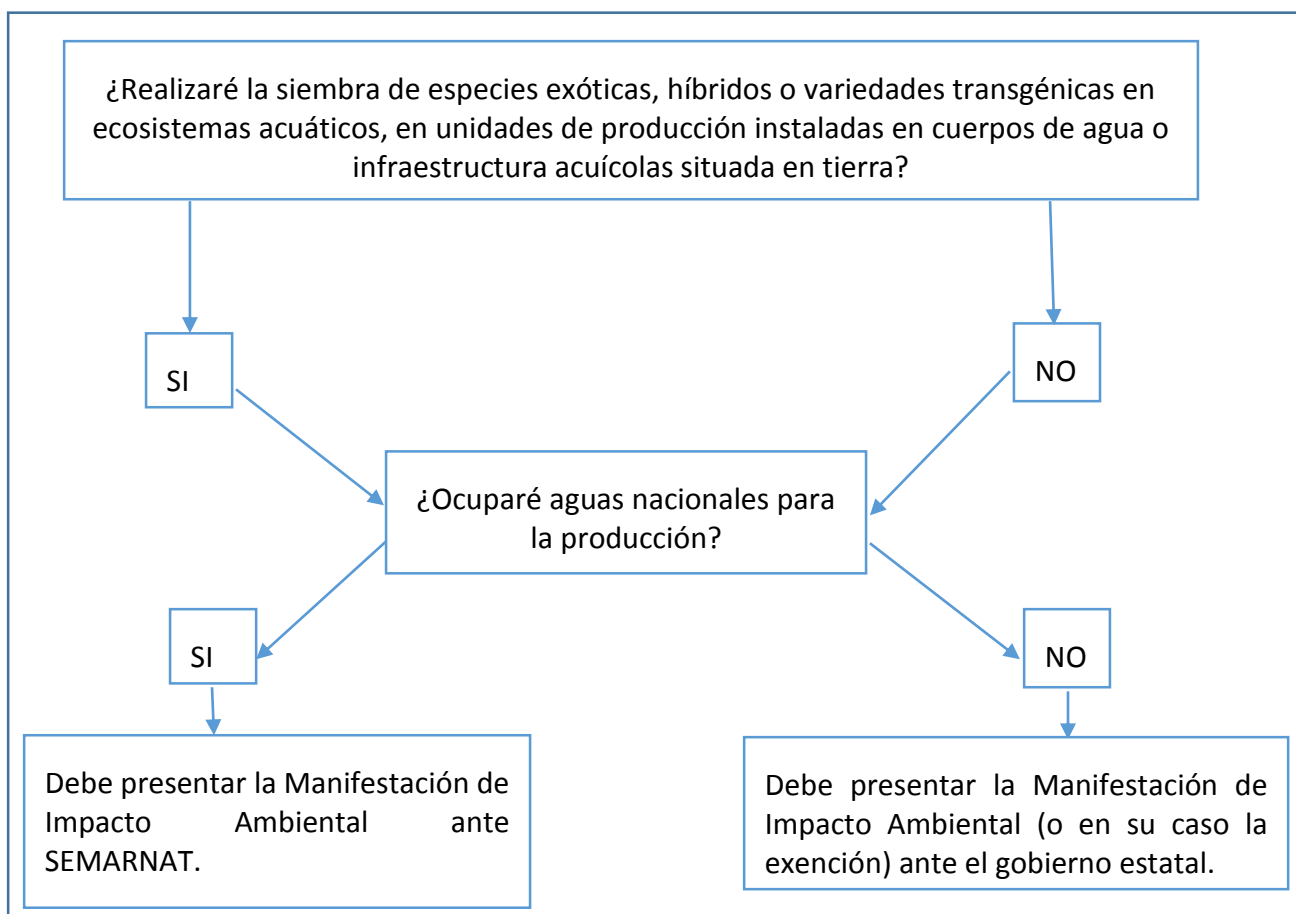
Requisitos para producción de trucha arcoíris:

Documentación necesaria para tramitarlos

Para mayor información, consultar la página:

<https://www.gob.mx/cntse-rfts/ficha/tecnica/CONAPESCA-01-061>

Es muy común que el acuicultor tenga duda en cuanto a si debe, o no, presentar la Manifestación de Impacto Ambiental ante SEMARNAT, o al gobierno estatal en cuestión; por lo anterior se presenta un esquema que le permitirá definir los criterios de aplicación de la federación o el estado:



Además de los requisitos normativos, es necesario implementar las medidas necesarias que permitan disminuir el riesgo de fuga de organismos de trucha arcoíris al medio natural, por lo cual se presentan las siguientes acciones a seguir para cualquier UPA en operación o de nueva creación.

Recomendaciones Operativas			
ACCIONES		PERIODOS SUGERIDOS DE CUMPLIMIENTO	ACTORES
1.	Aplicación de HACCP para identificar puntos críticos de control que permitan evitar la propagación no deseada de especies invasoras.	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA que se encuentran en operación, se recomienda implementarse de manera inmediata. Para el caso de las UPA de nueva creación, se recomienda aplicar el HACCP al momento del diseño de instalaciones, con el objetivo de prevenir y posiblemente, rediseñar adecuadamente la entrada y salida de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> El propietario o encargado de la UPA, puede aplicar directamente el HACCP, a través de la descarga de las hojas de información HACCP, directamente en la página de CONABIO, mediante en el link http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/HACCP.html En caso de que la UPA se encuentre dentro de un Área Natural Protegida, se recomienda la participación de la dirección regional para la aplicación de este tipo de HACCP. Los técnicos especializados del sector público o privado podrían asesorar al acuicultor en la realización del HACCP.
2.	Implementación de métodos de contención que permitan prevenir la fuga de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) al medio natural.	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA que se encuentran en operación, se recomienda implementar las adecuaciones de infraestructura necesarias, en un plazo no mayor a un año, o preferentemente al término de la cosecha del ciclo de producción actual. Para las UPA de nueva creación, se recomienda incluir los métodos de contención como parte de las medidas de mitigación correspondientes a la manifestación de impacto ambiental y desarrollarlas a través del seguimiento al resolutivo en cuestión. 	<ul style="list-style-type: none"> El propietario de la UPA está en libertad de realizar las implementaciones correspondientes mediante inversión propia, en la medida que sus posibilidades lo permitan. SAGARPA-CONAPESCA. A través de sus reglas de operación vigentes, mediante el componente de Desarrollo de la Acuicultura, bajo el concepto de Acuicultura Comercial en Aguas Interiores, contempla el apoyo para infraestructura productiva (sistemas de cultivo, jaulas, tinas, estanques, bodega de alimento y maternidades), y aquellos relacionados al proyecto. Para el caso particular del Estado de México, el Comité Sistema Producto Trucha Estado de México, contempla dentro de las acciones previstas para la

Recomendaciones Operativas			
ACCIONES		PERIODOS SUGERIDOS DE CUMPLIMIENTO	ACTORES
			<p>aplicación del “Programa Maestro Estatal, Trucha Estado de México”, el objetivo de desarrollar la actividad trutícola de manera ordenada a fin de impulsar su potencial con certidumbre jurídica y sustentable (pág. 120-121), a través del Proyecto ecológico para comunidades adyacentes a las unidades de producción acuícola que integre suelo, agua, fauna y flora.</p>
3.	<p>Unificar todas las salidas de agua de la UPA, en una misma descarga de aguas residuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA que se encuentran en operación, se recomienda la incorporación a una sola descarga en un lapso no mayor a un año, preferentemente realizar las obras en temporada de seca, esto debido a que la obra de infraestructura debe contemplar la unificación de las salidas provenientes de las salas de incubación (en caso de tenerse) y las salidas de los estanques. Este método permite controlar con mayor precisión el riesgo de fuga de organismos de trucha arcoíris al medio natural, además de que este sistema operativo es el recomendado por CONAGUA. Para las UPA de nueva creación se recomienda contemplar este método como parte esencial del diseño de infraestructura. 	<ul style="list-style-type: none"> El propietario de la UPA tiene la responsabilidad de unificar las salidas de agua de su UPA, con recurso propio o a través del medio de financiamiento que él obtenga.

Recomendaciones Operativas			
ACCIONES	PERIODOS SUGERIDOS DE CUMPLIMIENTO	ACTORES	
4. Implementación de métodos de desarenado a la entrada de las UPA.	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA que se encuentran en operación, se recomienda la implementación de este método durante un lapso no mayor a un año, preferentemente realizar las obras en temporada de seca, debido a la turbidez que se generara en el agua y que pudiera ocasionar problemas en la producción y además permite impedir el paso de organismos de trucha arcoíris u otras especies, previo ingreso a la UPA. Para las UPA de nueva creación se recomienda contemplar este método como parte de las medidas de mitigación contempladas dentro de la manifestación de impacto ambiental. Este mecanismo es eficiente para disminuir la turbidez (a través de la sedimentación de arenas) y contención de otros organismos que pudieran provenir de aguas arriba de la UPA. La construcción previo inicio de operaciones de la UPA, facilita la aplicación de las adaptaciones que pudieran. 	<ul style="list-style-type: none"> El propietario de la UPA puede implementar estos mecanismos con recurso propio o a través del medio de financiamiento que el determine. Para el caso específico del Estado de México, el Comité Sistema Producto Trucha Estado de México, contempla como parte de los objetivos del Programa Maestro Estatal Trucha del Estado de México (pág. 119) remover los sólidos entrantes a los sistemas de producción y los generados en los cultivos trutícolas. Aumentar la calidad del agua a la entrada del cultivo y a la salida del mismo. Disminuir el impacto que los sólidos ocasionan en las diferentes fases del cultivo y al ambiente. Estudiar e implementar actividades rentables que permitan disponer de los sólidos removidos. 	
5. Implementación de métodos de sedimentación a la salida de las UPA.	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA que se encuentran en operación, se recomienda la incorporación de sedimentadores en la salida de las UPA, en un lapso no mayor a un año; esto con el objetivo de minimizar el contenido de carga orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> Para el caso de las UPA que se encuentran dentro de los polígonos contemplados como Áreas Naturales Protegidas, la CONANP a través del programa PROCODES, contempla el concepto de apoyo para plantas de tratamiento de aguas residuales, consiste 	

Recomendaciones Operativas

ACCIONES	PERIODOS SUGERIDOS DE CUMPLIMIENTO	ACTORES
	<p>proveniente de las excretas de los peces en producción y con ello reducir la alteración en la calidad del agua que pudiera ocasionar este factor.</p> <ul style="list-style-type: none"> La diferencia entre este mecanismo y el de sedimentación, estriba en que el proceso de desarenado se coloca al inicio del sistema de producción para la eliminación de arenas finas y sedimentos provenientes de otras UPA, y el proceso de sedimentación se coloca al final del sistema de producción, con el objetivo de lograr la sedimentación de las partículas orgánicas, principalmente excretas de peces. Para las UPA de nueva creación se recomienda incorporar este mecanismo como parte de las medidas de mitigación de la manifestación de impacto ambiental. 	<p>en la construcción y equipamiento de plantas menores para el tratamiento de aguas negras y grises que contemplen su tratamiento sectorizado, a fin de prevenir la contaminación de fuentes y cuerpos de agua.</p>
<p>6. Implementación del programa de monitoreo de calidad del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA que se encuentran en operación, se recomienda incorporar a la brevedad posible este programa de monitoreo, con la finalidad de generar un expediente óptimo de monitoreo de calidad del agua, que permita reflejar la incidencia de la actividad directamente sobre el recurso hídrico. 	<ul style="list-style-type: none"> A través del monitoreo periódico que realizan los Comités de Sanidad Acuícola del Estado, es importante que sugiera incorporar el protocolo de muestreo del programa de monitoreo de calidad del agua, que permita generar una base de datos nutrida por periodos continuos de muestreo que refleje la incidencia de la actividad acuícola en la calidad del agua de la Cuenca Hidrológica. Acción que a futuro

Recomendaciones Operativas

ACCIONES	PERIODOS SUGERIDOS DE CUMPLIMIENTO	ACTORES
	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA de nueva creación se recomienda contemplar el monitoreo de calidad del agua como parte de las medidas de mitigación de la manifestación de impacto ambiental. 	<p>permitirá proponer acciones normativas en materia de aguas nacionales, sustentadas y específicas para la actividad acuícola de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> CONAGUA. Mediante el monitoreo periódico para vigilar las descargas de aguas residuales provenientes de las unidades de producción acuícola, se generará una base de datos que refleje las especificaciones de infraestructura hidráulica precisas para la producción acuícola de trucha arcoíris y el control de sedimentos que genera la actividad. ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL. Mediante la aplicación de los diferentes programas y la organización de acciones coordinadas con los demás actores interesados como Fondo Pro Cuenca Valle de Bravo AC es posible fortalecer el monitoreo de calidad del agua, en diferentes zonas de muestreo de la Cuenca.
7. Implementación del programa de manejo de residuos sólidos urbanos.	<ul style="list-style-type: none"> Para las UPA en operación y para las de nueva creación, se recomienda implementar el programa de manejo de residuos desde el inicio de la construcción de obras de cualquier tipo de infraestructura y durante la operación de las UPA. 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda contemplar la posibilidad de solicitar a SEMARNAT de brindar la capacitación adecuada a los acuicultores en materia de manejo de residuos sólidos. SENASICA. Con el programa de certificación sanitaria que está bajo su responsabilidad, es posible tener un programa de vigilancia y manejo de residuos sólidos.

Recomendaciones Operativas

ACCIONES	PERIODOS SUGERIDOS DE CUMPLIMIENTO	ACTORES
8. Reporte en bitácoras del control de alimento natural o balanceado.	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda incorporar a la brevedad posible e iniciar los registros desde el momento de la compra de alimento. 	<ul style="list-style-type: none"> El dueño o encargado de la granja deberá realizar el llenado del formato.

IV. Acuicultura responsable.

IV.1 ¿Por qué debo cumplir con la presentación, evaluación y autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental?

Este requisito se considera como el primero en la lista de procedimientos administrativos para operar con regularidad una UPA de trucha arcoíris, debido a que es requisito para realizar trámites posteriores como la autorización para la concesión para el uso y aprovechamiento de aguas nacionales, la ocupación de zona federal y descargas en cuerpos de agua de jurisdicción federal. Mismos que son los pilares administrativos que sustentan la regulación de la actividad.

A la par, el acuicultor puede obtener los permisos correspondientes ante SAGARPA-CONAPESCA, como son la obtención del Registro Nacional de Pesca y Acuicultura (RNPA) o concesiones acuícolas, sin embargo estos documentos no sustentarán en ningún caso el cumplimiento ambiental de las unidades de producción acuícola, ya que la misma SAGARPA-CONAPESCA señalan como requisitos básicos dentro de las Reglas de Operación 2017 para el otorgamiento de subsidios para la producción, la presentación de la autorización en materia de impacto ambiental (resolutivo vigente emitido por SEMARNAT) y la concesión acuícola (emitida por CONAGUA).

Es necesario no perder de vista que el desarrollo de la actividad acuícola depende directamente de la calidad y cantidad del recurso hídrico, en particular para el cultivo de trucha arcoíris, debido a que este organismo requiere de condiciones buenas de calidad de agua para realizar la engorda y valores óptimos para realizar la producción de alevín. Por lo que no es casualidad que las zonas de mayor producción acuícola de trucha arcoíris se encuentren ubicadas dentro de polígonos pertenecientes a Áreas Naturales Protegidas, o áreas naturales sin categorización, pero con una vasta bondad en recursos naturales, principalmente ubicadas en sierras o montañas con recursos naturales abundantes que incluyen flora y fauna nativas y endémicas en muchos casos y como característica principal, una muy buena calidad y cantidad de agua. Por lo tanto, si las condiciones ambientales se perdieran como consecuencia de dicha actividad, también se vería afectado el nivel de producción acuícola, por factores como son la disminución de cantidad o calidad de la misma, pérdida de vegetación, preferentemente forestal, entre otras pérdidas de servicios ambientales.

Es por ello, que la actividad debe desarrollarse de forma sustentable y este proceso incluye la Presentación y Evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, Tipo A (No incluye Riesgo). Mediante la MIA, el acuicultor también obtendrá información vital para las actividades operativas como:

1. La realización de una caracterización ecológica de la zona del proyecto, que permite conocer la cantidad (caudal ecológico) y calidad de agua (parámetros fisicoquímicos)

con la que se cuenta para la producción acuícola, con ello es posible definir el diseño óptimo de funcionamiento (tipo y cantidad de estanques) y el tratamiento que se dará al agua de salida (sedimentación simple, floculación, fitorremediación, etc.), que evita problemas ambientales y sociales a futuro.

2. El monitoreo de biodiversidad que se realiza en la zona del proyecto permite al acuicultor conocer la riqueza biológica con la que cuenta su UPA, y definir medidas de protección adecuadas, que a la larga impacten de manera positiva, directamente en la calidad ambiental de su proyecto.
3. La implementación adecuada de métodos de contención que prevengan la fuga o escape de trucha arcoíris al medio natural y con ello prevenir futuros desequilibrios ambientales en la región donde se ubique el proyecto.

IV.2 ¿Cuáles son las medidas de contención que debo implementar en mi UPA para evitar la fuga o escape de trucha arcoíris al medio natural?

Independientemente de que se cuente o no con la autorización en materia de impacto ambiental, cualquier UPA que se dedique a la cría o engorda de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), debe contemplar la instalación de métodos de contención adecuados que eviten la fuga o escape de esta especie al medio natural, ya que además de tener pérdidas económicas, se pueden originar implicaciones en el medio ambiental desplazar a poblaciones de anfibios o reptiles nativos por competencia por el espacio y el alimento. Por lo anterior, como parte de las mejores prácticas de producción acuícola de trucha arcoíris, se recomienda implementar los siguientes métodos de contención:

IV.3 Modificación hidráulica a la canaleta de derivación.

Las modificaciones en las canaletas de entrada dependen del volumen de agua que maneja cada granja, sin embargo se recomienda que el diseño permita una velocidad adecuada con respecto al gasto de entrada de agua en cada unidad de producción:

Las modificaciones o adaptaciones sugeridas en la canaleta de entrada, se presentan en la figura 1:

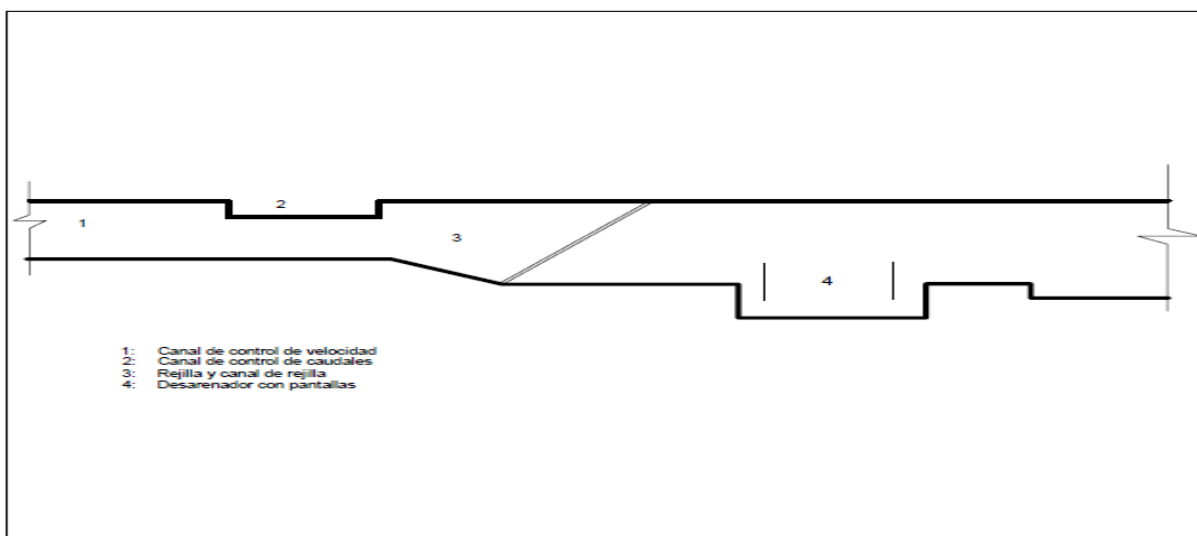


Figura 1. Vista de las adaptaciones de diseño recomendadas en la canaleta de entrada.

Es común que las UPA ubicadas en zonas rurales posean canaletas de entrada implementadas de manera rústica es decir con fondo y paredes de tierra y sin acabado de cemento o ferrocemento, se recomienda llevar a cabo las siguientes acciones previas a la aplicación de esta implementación:

1. Medir la longitud total de la canaleta que abarque zonas libre de quiebres longitudinales.



Figura 2. Ejemplo de la sección libre de quiebres.

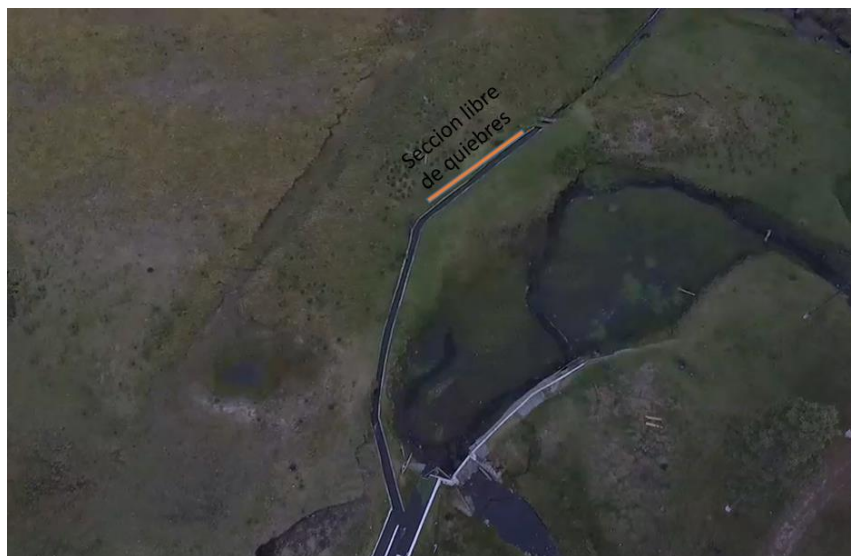


Figura 3. Ejemplo de sección libre de quebres en canaleta de la UPA Los Encinos.

2. Medir el ancho total de la canaleta al menos en tres puntos ubicados en diferentes zonas (inicio, parte central y final) de la canaleta.
3. Medir la profundidad de la canaleta en los puntos previamente ubicados en el punto anterior.



Figura 4. Ejemplo de puntos para medir ancho y profundidad de la canaleta en una sección libre de quebres (UPA El Checo).

Nota: Se recomienda implementar estas adaptaciones únicamente en el caso de las canaletas que se encuentren situadas perfectamente en tierra (esta aclaración se hace considerando que en caso de algunas UPA la canaleta se encuentra elevada mediante una estructura construida a base de cemento y tabique o ladrillo). En estos casos no se recomienda implementar adaptaciones directamente al diseño de fondo de la canaleta, únicamente se recomienda la implementación de rejillas o cribas.



Figura 5. Ejemplo de canaleta en tierra, donde es factible realizar la adaptación.



Figura 6. Ejemplo de canaleta elevada donde no se recomienda implementar la adaptación.

Una vez que se recaben los datos correspondientes, deberán llevarse a cabo las siguientes adaptaciones de la superficie:

Para el fondo de la canaleta, se debe incluir:

1. Canal de control de velocidades. Se ubicará a la entrada y consiste en la adaptación de diseño de un canal tipo parshal, que se encargara de permitir la medición de la velocidad del caudal de entrada al sistema de producción acuicola y con ello conocer el volumen de aprovechamiento anual de agua.
2. Canal de control de caudales. Consiste en implementar una reducción en la velocidad del caudal a través de la salida del canal tipo Parshal y la implementación de un desnivel en el fondo de la canaleta el cual estará dirigido mediante una ligera inclinación hacia el desarenador.
3. La implementación de las primeras rejillas o cribas, se colocará en sentido contrario al flujo de agua, sobre la inclinación implementada en el fondo de la canaleta. Estas rejillas tendrán la función de contener sólidos mayores provenientes del cauce, entre los que se incluyen organismos de trucha arcoiris en estado libre. De la misma forma impedirán la salida de organismos de trucha arcoiris de la UPA, hacia el cauce.
4. Desarenador con pantallas. Esta implementación se refiere a la colocación de una estructura en forma de “caja” en el fondo de la canaleta que permita la sedimentación de arenas y arcillas. La relación de profundidad se recomienda de 15 a 20 cm, en

relacion al fondo, para que tenga una operatividad óptima por cada ciclo de producción y al final de los mismos debiera limpiarse.

Debido a los diferentes diseños empíricos de la mayoría de las UPA, no es posible recomendar un modelo estandar en la modificación de la canaleta de derivación, ya que esto implicaría el incremento económico de las acciones para la contención de organismos. Sin embargo la mayoría de las granjas cuentan con canaleta de 40 cm de profundidad, por lo que se recomiendan las siguientes adecuaciones. Generar un desnivel de 10 cm en el fondo, con pendiente entre el 25 y 50% lo que genera una disminución de velocidad en la corriente de agua. Construir una caja desarenadora de 50 cm de longitud y 20 cm de profundidad a partir del fondo del canal.

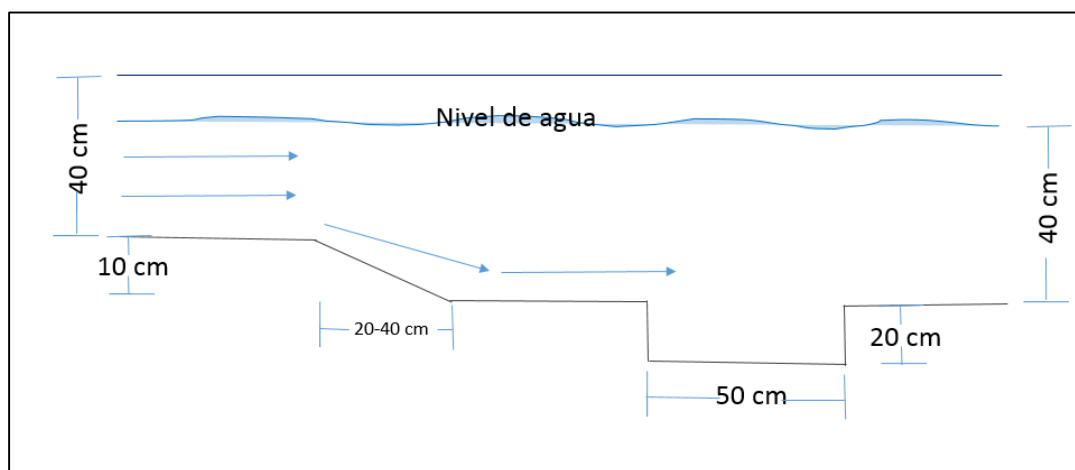


Figura 7. Diseño de la adecuación propuesta.

La longitud total que abarca la adaptación de diseño de la canaleta de derivación se recomienda que sea de, mínimo 5 m, sin embargo este criterio puede no aplicarse a todas las granjas debido a las condiciones de cada una de ellas.

En las granjas que cuentan con manantial para abastecer el sistema de engorda, no es necesario esta adaptación. Ya que por su origen el volumen de agua no presenta crecidas significativas y la concentración de sólidos suspendidos es homogénea aun con los eventos de precipitación.

La variación en el diseño de la canaleta de entrada permitirá aumentar el tiempo de permanencia de los sólidos sedimentables, y con ello, favorecer el proceso de sedimentación de arenas y arcillas y otros sólidos con densidades similares, provenientes

de otras granjas e incorporados al cauce aguas arriba de la unidad de producción en cuestión.

También es importante asegurar que las condiciones hidráulicas de diseño cumplan con los siguientes parámetros:

1. La velocidad del agua en el canal de derivación en la sección de rejillas debe estar comprendida entre 0.30 y 0.90 m/s, la recomendada es de 0.6 m/s, con el objeto de no disminuir a un valor auto limpiante o se eleve tanto que disperse los materiales retenidos por la rejilla.
2. La pérdida de carga a través de la rejilla no debe afectar el bordo libre del canal o el ducto de llegada.
3. Tomando como base los parámetros de los fabricantes en México, se debe considerar el uso de tres tamaños de rejilla: desbaste fino, medio y grueso.
 - 3.1 **Desbaste fino.** Consta de una separación de **3 mm a 10 mm**. Esta medida de separación entre las barras de las rejillas se ocupará para los métodos de contención localizados en las salas de incubación con el objetivo de retener posibles escapes accidentales de ova u organismos eclosionados.
 - 3.2 **Desbaste medio.** Consta de una separación de **10 mm a 30 mm** entre cada barra. Esta medida de desbaste se recomienda para los métodos de contención implementados en las separaciones entre el canal principal y la entrada de los estanques y en la separación de caídas de agua entre cada sección de estanques.
 - 3.3 **Desbaste grueso.** Son rejillas con separaciones de ente **30 mm a 100 mm** y se recomienda su aplicación principalmente en el canal de salida de las unidades de producción acuícola, ya que, debido a la talla de cosecha de los organismos adultos, este tamaño de desbaste no permitirá la entrada o salida de organismos de trucha arcoíris al medio natural.
4. Se recomienda un diseño base para las rejillas que facilite su instalación a través de pernos sujetadores, esto con la intención de retirarlos y sustituirlos con mayor facilidad cuando el tiempo de vida útil se agote. Sin embargo, este requerimiento se adaptará a la disponibilidad económica del productor, por lo que el diseño puede instalarse de manera fija a través del fraguado mediante cemento o ferrocemento. Para esta acción es importante respetar el grado de inclinación y la altura de las rejillas las cuales no deben ser del tamaño equivalente al canal de agua, debido a las características de movilidad de la trucha arcoíris que indican que estos organismos son capaces de saltar hasta 20 cm o más por encima del espejo de agua. Por este motivo, se recomienda que el tamaño de las rejillas tenga una altura de 30 cm por encima del bordo libre del canal.

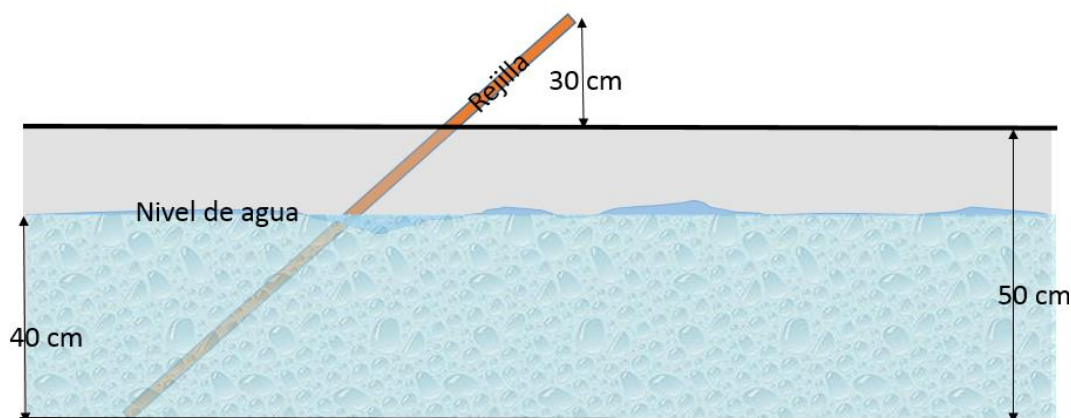


Figura 8. Se muestra esquema de la colocación de rejilla en canaleta.

IV.4 Cribas o rejillas metálicas de separación de sólidos mayores y contención de organismos.

Como método de contención al interior de la estructura operativa de la UPA, se recomienda implementar también un sistema de rejillas metálicas o cribas, a través del canal de aliviadero y el canal de distribución a canales secundarios. Estos mecanismos reforzarán la contención de organismos de trucha arcoíris en el sistema productivo.

El material recomendado consta de una criba o rejilla metálica de manufactura mexicana, esto debido a que los costos de la aplicación de las medidas de contención se incrementarían notablemente si se elaboran con acero inoxidable, el cual es altamente recomendable pero costoso, se consideraría como primera opción.

Este prototipo se plantea como una alternativa técnica-económica, que resultará altamente eficiente para prevenir la fuga de organismos de las unidades de producción acuícola. El modelo es conocido para los acuicultores ya que se basa en el prototipo rústico que han implementado, y que han mejorado tomando en cuenta parámetros como: calibre, acabado de los materiales, separación entre barras, altura de la rejilla, método de colocación y programa de mantenimiento.

El diseño de la criba se muestra a continuación, al igual que las especificaciones de los materiales:

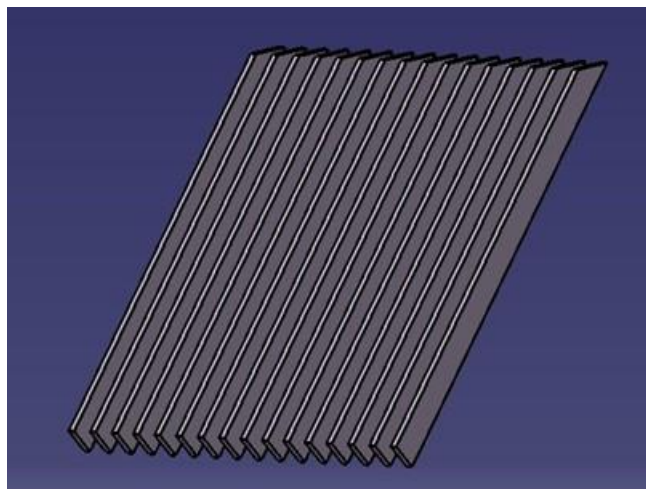


Figura 9. Ejemplo de criba propuesta.

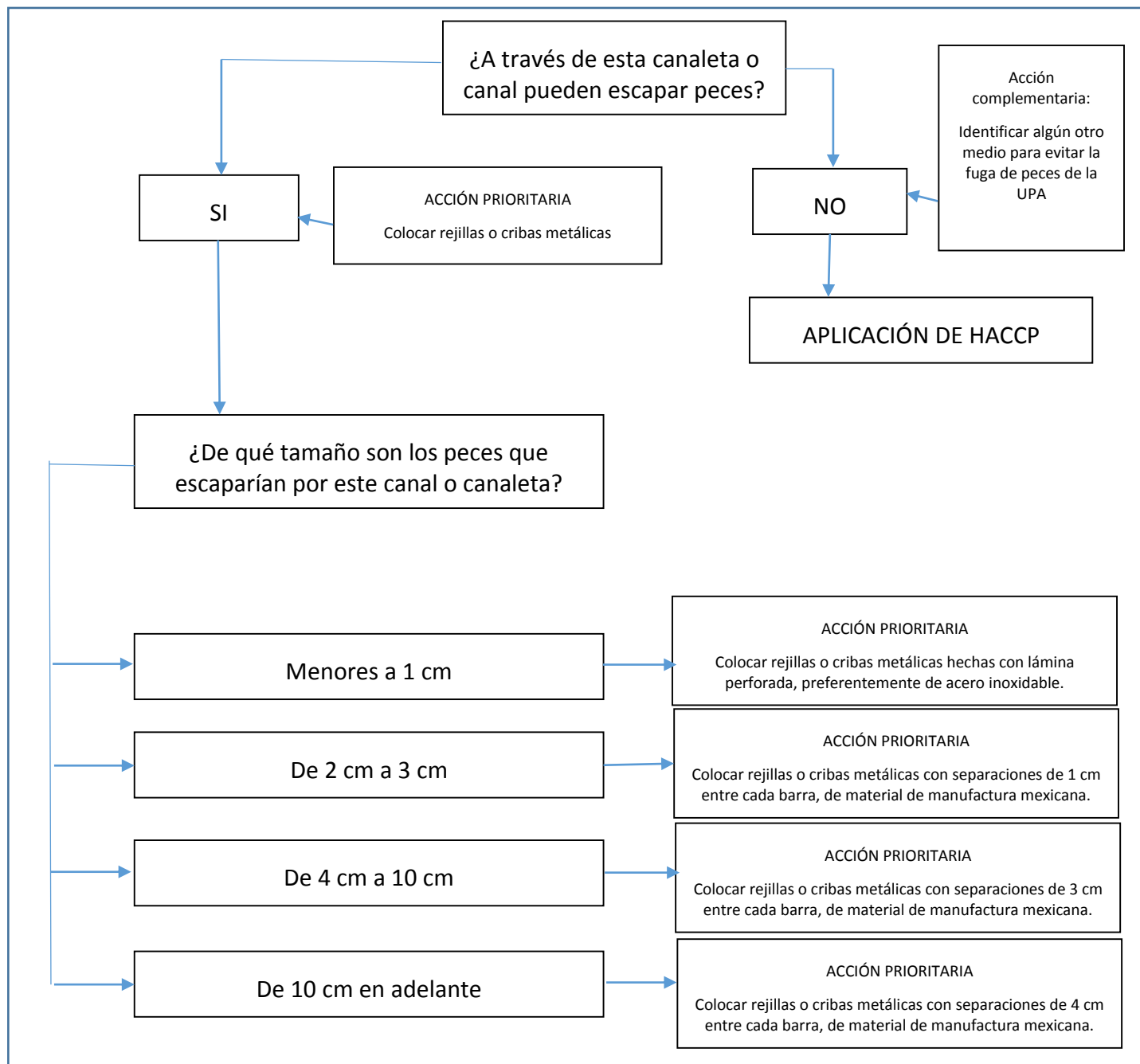
Los materiales recomendados son:

- Opción 1. Acero al carbón, Ángulo de 1 ½" x 3/16" acero al carbón, con recubrimiento galvanizado electrolítico.
- Opción 2. Metal desplegado cal. 12 acero al carbón, ángulo de 1 ½" x 3/16" acero al carbón con galvanizado electrolítico.

Las dimensiones de alto de las rejillas o cribas se recomiendan que sean exactamente del fondo con un mínimo de 20 cm por encima del borde superficial de las canaletas y los bordes superficiales del canal de derivación hacia los estakes a fin de impedir los saltos que pueden realizar las truchas fuera del agua.

El número de rejillas o cribas metálicas por colocar será diferente en cada unidad de producción y se adecuará respecto al número de estakes existentes.

La recomendación general, es tomar en cuenta el siguiente diagrama para determinar la separación entre barras que deberá llevar la rejilla o criba, sin embargo, aunque sea reducida la posibilidad de escape por la canaleta, se recomienda implementar cribas de contención.



IV.5 Registros de seguridad.

Los registros de seguridad deben ser considerados como una medida de prevención de fuga de organismos ya que, al estar llenos de piedras, reducen enormemente la posibilidad de escape de las truchas. Se recomienda que los registros sean construidos en las salidas de agua de todas las unidades de producción, al final de las líneas de estanques de engorda y

sobre el cauce de desagüe. Los registros deben ser preferentemente cuadrados con 1 m por lado y una profundidad de 0.5 m. Construidos con tabique de 10 x 14 x 28 cm y mortero cemento-arena en proporción 1:4, con tubería de 4" de diámetro, en estas estructuras no se almacenará agua, solo servirá como estructura de paso y contendrán en su interior roca, grava y una malla de ¼" al final del registro con el propósito de evitar fuga de organismos.

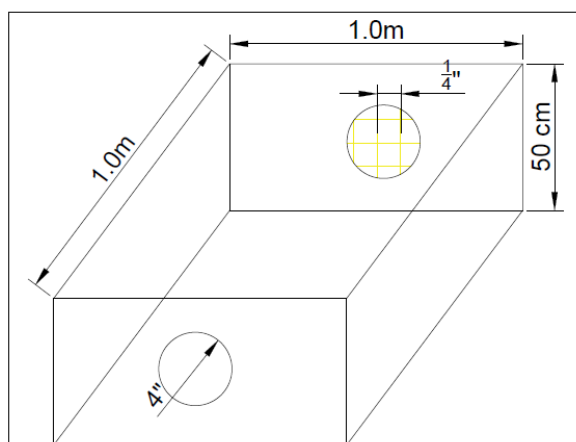


Figura 10. Estructura base de los registros de seguridad.

Estos registros de seguridad tienen la función de contener a los organismos en vida libre que pudieran pasar a otras unidades de producción acuícola (aguas abajo), evitar el escape de los organismos de la propia instalación, y a su vez, fungen como sedimentadores de arenas, lo que permitirá mejorar la turbidez del agua.

Se recomienda inicialmente dirigir todas las salidas finales de las unidades de producción acuícola, hacia una sola descarga de agua, donde se implementará una medida de control para la evitar escape de organismos al cauce.

IV.6 Métodos de contención en la sala de incubación

Existen proveedores que comercializan equipos prefabricados, conocidos como rejillas de desbaste, su función es retener sólidos de las aguas residuales. Consisten en un depósito de políéster reforzado en fibra de vidrio (PRFV), junto con una rejilla de poltrusión de paso de 25 x 25 mm para la retención. Dada su pequeña separación, la rejilla de desbaste prefabricada puede ser utilizada en las salidas de la sala de incubación, con ello se evitaría escape de las salas de incubación.

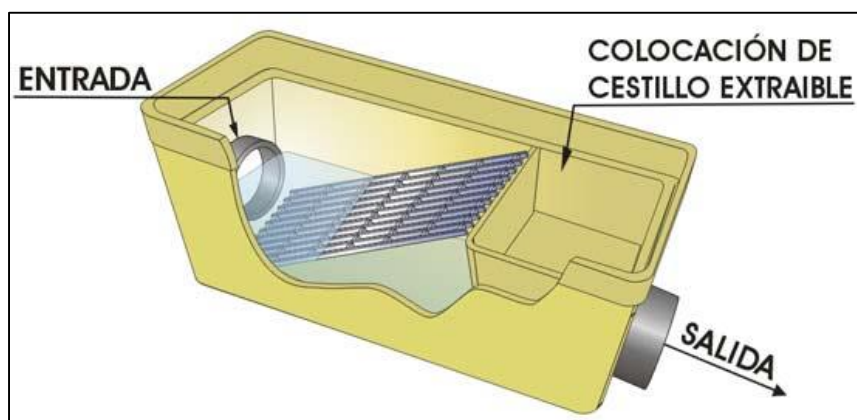


Figura 11. Reja de desbaste prefabricada.

También se observó en las salas de incubación, infraestructura que tiene como salida tubería de PVC, por lo que otra opción, es colocación de rejillas en el tubo de PVC que dirige la salida de agua a la descarga final.

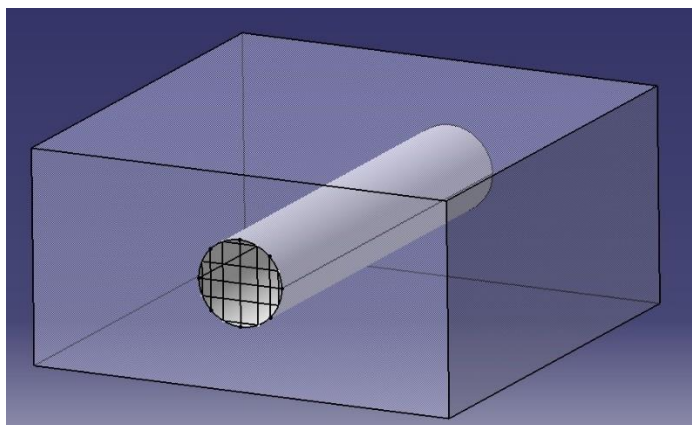


Figura 12. Principio de diseño de rejilla para tubos de PVC.

Este tipo de implementos, permitirán reducir el riesgo de fuga de organismos y el paso de sólidos gruesos de la descarga de las salas de incubación al cauce.

IV.7 Sedimentador.

La sedimentación es una operación que se emplea para remover las partículas en suspensión más pesadas que el agua (CONAGUA, 2007). Debido a que el funcionamiento de las unidades de producción acuícola genera sólidos suspendidos que pudieran causar

turbidez a la calidad del agua de la cuenca, la recomendación técnica de la CONAGUA de mitigación ante este efecto es la colocación de sedimentadores simples.

El objetivo de seguir las recomendaciones de CONAGUA es unificar los criterios de funcionamiento para que las obras de construcción de este tipo de equipo estén en cumplimiento con la normatividad vigente y no generen problemas administrativos a mediano-largo plazo a los productores acuícolas; y de este modo encaminar la actividad en todos los ámbitos al cumplimiento de la normatividad y la búsqueda de la producción acuícola sustentable.

Para el caso del presente proyecto se utilizará el principio de sedimentación discreta, el cual se define como el proceso en donde las partículas se sedimentan independientes unas de otras, conservando su identidad durante el proceso de sedimentación (CONAGUA, 2007). La eficiencia del proceso está en función de la carga hidráulica por unidad de superficie (CHS).

Se recomienda utilizar tanques rectangulares de sedimentación. El principio de funcionamiento de estos equipos se describe (CONAGUA, 2007) de la siguiente manera:

En los tanques rectangulares el influente es distribuido a la entrada de la unidad por medio de baffles verticales o vertedores sumergidos; el objetivo de estas estructuras es lograr una mejor distribución del influente a lo ancho de la unidad. El efluente se recolecta por medio de vertedores triangulares colocados en canaletas, frecuentemente en forma de peine o de dedos que se extienden de la pared final del tanque hasta un 20% de la longitud del mismo. En algunos casos, se emplean baffles verticales antes de las canaletas recolectoras para evitar contracorrientes superficiales. Una ventaja de estos tanques es que su geometría permite un mejor aprovechamiento del terreno y una limitante es que las rastras de tracción transversal, empleadas en los tanques rectangulares, son más proclives a fallas mecánicas y estructurales que las rastras de los tanques circulares. En algunas ocasiones se han empleado tanques cuadrados con alimentación central, similares hidráulicamente en su funcionamiento a los tanques circulares, sin embargo, su práctica no se ha extendido entre otras razones por que su sistema de rastras tiende a tener más problemas que los de los tanques circulares o rectangulares y, dado que la longitud de canaletas perimetrales recolectoras por unidad de arco radial es mayor en las esquinas que en las partes centrales de los muros rectos, los lodos tienden a acumularse en las esquinas del fondo del tanque.

Los sedimentadores rectangulares primarios se diseñan con una profundidad de 2 a 3.5 m. La relación largo-ancho es de 1.5:1 a 15:1. El largo mínimo recomendado es de 3 m. La

velocidad mínima del agua en los canales de alimentación al sedimentador se recomienda de 30 cm/s. Para lograr una mejor distribución del agua en la entrada al sedimentador se recomienda que la pérdida de energía del agua a su paso por los orificios de entrada sea al menos 4 veces mayor que la energía cinética del agua en el canal de alimentación (Fórmula 1). En sedimentadores rectangulares, con relaciones largo: ancho y longitudes acordes con las normas antes mencionadas, la carga hidráulica sobre los vertedores de recolección del efluente no afecta la eficiencia del proceso; cuando, esta carga es del orden de 85 a 520 m³/día-m. El piso del sedimentador debe tener una pendiente de 1% hacia las tolvas de recolección de lodos” (CONAGUA, 2007).

Fórmula 1:

$$\text{Energía cinética} = w * \left(\frac{u^2}{g} \right)$$

w = Peso del fluido.

u = Velocidad media del fluido.

g = Constante gravitacional.

La recomendación técnica específica del presente paquete tecnológico consiste en realizar una modificación en la construcción para propiciar la sedimentación de sólidos suspendidos. La cual consiste en la instalación de un sistema que genere circulación de agua en forma de serpentín, que se construirá como parte de la obra civil ya existente. Esta adaptación permitirá mejorar la eficiencia y disminuir el costo de construcción y mantenimiento de los equipos. Cabe aclarar que este sistema de sedimentación simple deberá ubicarse en todos los casos antes de la descarga de agua al cuerpo receptor. El sistema de descarga estará reforzado por sistemas de cribado y se prevé la vigilancia diaria y manual por los trabajadores de la granja, en busca de organismos que pudieran fugarse mismos que por la naturaleza del diseño se quedarían atrapados en el sistema de cribado.

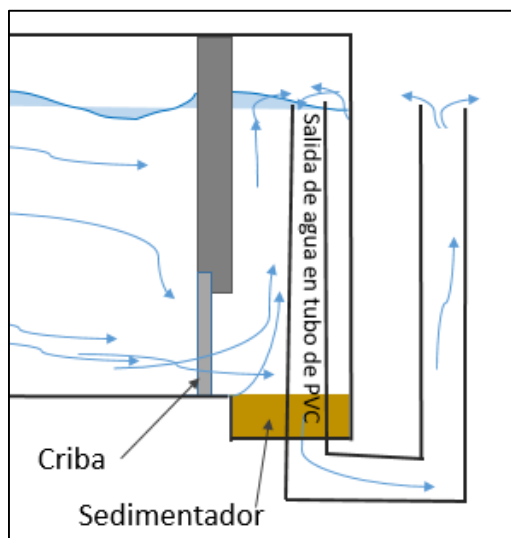


Figura 13. Modificación sugerida para generar circulación del agua tipo serpiente vertical.

IV.8 Humedales.

El modelo de humedales está basado en la remoción de la carga orgánica incorporada en el sistema de estanquería, debido a procesos como la adsorción a las partículas del suelo, la asimilación por las plantas y la transformación microbiana. Con base en los estudios de calidad del agua realizados, los bajos niveles de Nitrógeno y Fosforo obtenidos no recomiendan su aplicación directa en las unidades de producción acuícola. En los humedales, las plantas eliminan el exceso de nitrógeno mediante la asimilación del amonio o del nitrato del agua. Éste, es asimilado e incorporado a la biomasa de la planta y, por tanto, eliminado del agua. Al morir las partes aéreas de las plantas, durante su senescencia, el nitrógeno puede retornar al humedal, por ello se recomienda podar la vegetación (García y Corzo, 2008). Lo anterior sugiere que, de implementarse un sistema de este tipo en las unidades de producción acuícola, requiere atención del personal operativo para realizar esta operación con el consiguiente aumento en los costos de producción. De no realizar el mantenimiento del humedal, este funcionaría como un reservorio de materia orgánica.

Es importante resaltar que el riesgo del manejo de humedales dentro de las unidades de producción acuícola en cualquier región, estriba en la introducción de plantas acuáticas exóticas invasoras, entre las cuales se emplean principalmente *Eichhornia crassipes* o “Lirio acuático”, *Lemna* sp. o “Chilicastle”, *Wolffia* sp., y *Elodea canadensis*, *Typha* sp., *Juncus* sp. o “Tulillo”, *Hydrocotyle* sp. u “Ombligo de venus”, *Scirpus* sp. o “Tule”; *Alternanthera philoxeroides*, *Salvinia rotundifolia* o “salvinia”, *Hydrilla verticillata*, *Typha angustifolia* o “tule” y *Phragmites communis* o “carrizo”, entre otras, de las cuales algunas se encuentran

ubicadas dentro del Acuerdo de la SEMARNAT que aprueba el listado de especies exóticas invasoras (DOF, 2016).

Aunque no se recomienda la implementación de humedales en las granjas acuícolas, de realizarlos, se sugiere que el diseño sea específico para cada unidad de producción, y sea realizado y supervisado directamente por personal de Comisión Nacional del Agua, el Consejo de Cuenca o el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y en caso de tratarse de proyectos ubicados en Áreas Naturales Protegidas, debe hacerse directamente en coordinación con la dirección regional de la CONANP y el equipo propio del ANP. Asimismo, debe realizarse utilizando, exclusivamente, especies nativas, propias y adaptadas a la zona donde se ubique.

IV.9 Uso de sedimentos provenientes de las unidades de producción acuícola.

Los sedimentos resultantes deberán extraerse mediante trabajo manual al final de cada ciclo de producción. Estos sedimentos pueden emplearse como mejoradores de suelo con fines agrícolas ya que la materia orgánica mejora la estructura del suelo, la tierra cultivable, la capacidad de retención del agua, la infiltración del agua y la aireación del suelo. Los macronutrientes (N, P, K) ayudan en el crecimiento vegetal, así como los micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Cr, Se y Zn).

La materia orgánica también contribuye a la capacidad de intercambio catiónico del suelo, permitiéndole retener el potasio, el calcio y el magnesio. La presencia de la materia orgánica mejora la diversidad biológica del suelo y hace que los nutrientes estén más disponibles para las plantas. Cabe mencionar que no se recomienda la realización de un estudio de determinación de residuos sólidos peligrosos con características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad (CRETI), ya que debido a los caracteres de funcionamiento y de volúmenes generados en las UPA no existe el riesgo de que éstos sean tratados como residuos peligrosos o residuos de manejo especial.

IV.10. Acciones correctivas y preventivas de aplicación complementaria.

Debido a que las Áreas Naturales Protegidas poseen características óptimas para el desarrollo de la acuicultura, es necesario contemplar la posibilidad de construcción de nuevas unidades de producción, es por ello que en este Plan se recomienda cubrir las siguientes características estructurales y de funcionamiento para la infraestructura general. Adicionalmente, se propone que, para futuras acciones de obra civil, se aplique el siguiente modelo de construcción de infraestructura, el cual se ha probado y puesto en marcha en otras regiones del país, como el municipio de Huauchinango, Puebla, dentro de la APRN

Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa. Sin embargo, el diseño deberá adaptarse particularmente a las condiciones evaluadas a través del levantamiento topográfico y diseño de ingeniería civil de cada superficie determinada:

Estanques de crecimiento: Estanques con medidas de 6 m x 0.8 m y profundidad de 1.2 m con volumen de almacenamiento de 4.96 m³, el tirante de agua se mantiene a 1 m de profundidad. Estos estanques deben contar con dos muros que terminen a 20 cm del fondo, el primero a 50 cm de la pared tiene la función de disminuir la turbulencia en la columna de agua, en el segundo muro se encuentra en el fondo una criba de acero con separación de un cuarto de pulgada (1/4") para evitar la fuga de organismos.

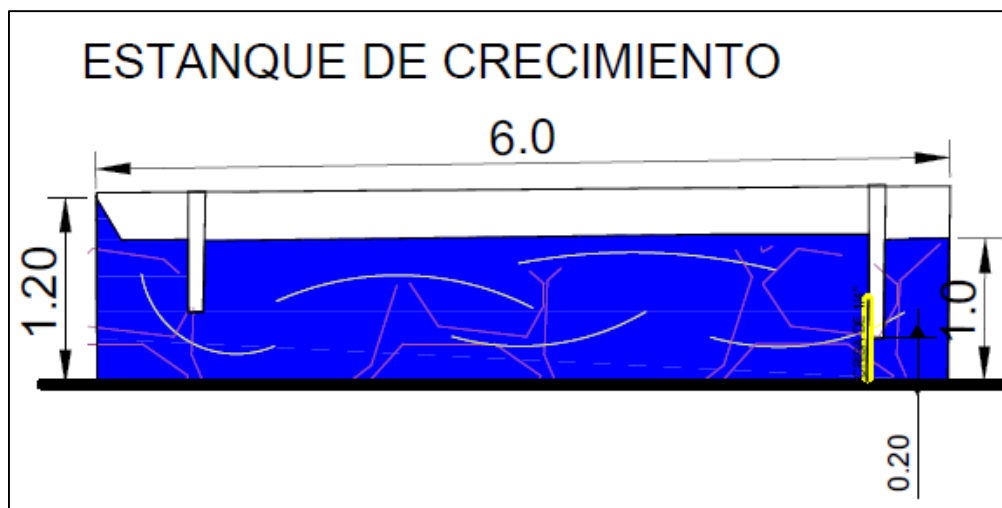


Figura 14. Estructura base propuesta para los estanques de crecimiento.

Canaletas: Las canaletas se estructuran de 2.5 m de largo por 40 cm de ancho, al final de cada estanque, con el propósito de estabilizar y homogenizar corrientes y propiciar la sedimentación. Se ubican de manera perpendicular a los estanques.

Estanques de engorda: Las dimensiones son de 10 m de largo por 2.5 m de ancho y 1.2 m de altura en el interior. Los estanques se construyen a base de tabique de 10 x 14 x 28 cm y mortero cemento-arena en proporción 1:4, y con una cimentación de armex normal de 15 x 20 cm con dos muros el primero a 50 cm de la entrada de agua e iniciara a 40 cm del suelo y terminara a 1.2 m teniendo 80 cm de altura. El segundo se colocará a 30 cm del final del estanque e iniciara a 30 cm sobre fondo, espacio donde se colocará en cada estanque tendrá criba de 1" 1/2" y 1/4 dependiendo de las tallas de los organismos que se encuentren en el estanque teniendo un volumen disponible 27.57 m³ por estanque para la engorda de trucha. Se recomienda establecer los estanques en serie (baterías). Cada estanque lleva en

los últimos 30 cm una pequeña caja de 10 cm de profundidad a partir del fondo del estanque, donde es colocado un tubo de PVC de 4" de un metro de altura como salida del agua, generando así un movimiento del agua ascendente el cual funciona como desarenador.

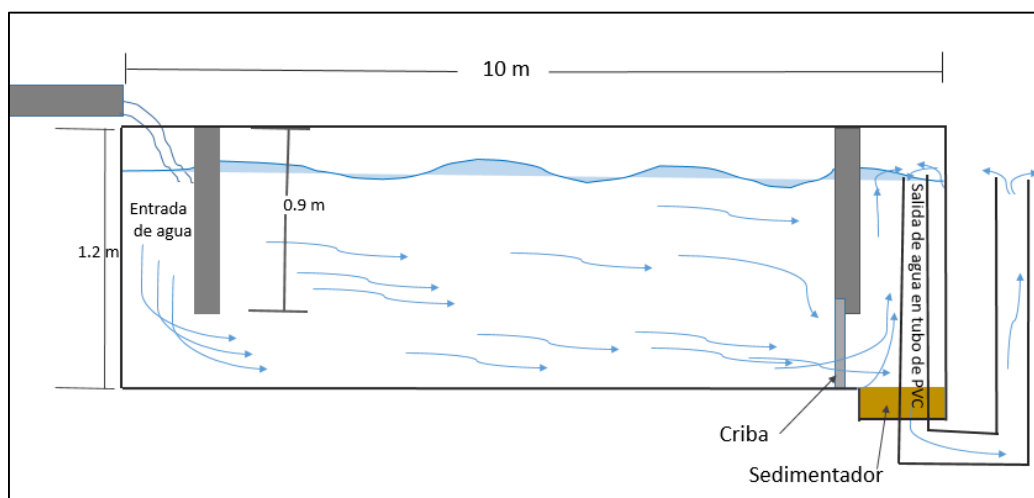


Figura 15. Estructura base de los estanques de engorda.

Estanques para cuarentena: Los estanques para cuarentena se utilizan solo en caso de una contingencia sanitaria por lo que su funcionamiento estará separado del sistema de producción, contando con bombas de aire y sistema de recirculación de agua. El material de construcción es geomembrana y una estructura de malla electro soldada, se sugieren sean de 4 y/o 6 m de diámetro de acuerdo con las necesidades de cada granja.

Para la implementación de este paquete tecnológico se considera necesaria la aplicación de medidas preventivas y correctivas que permitan disminuir el riesgo de fuga de organismos de trucha arcoíris a nivel operativo y administrativo. Dentro del marco administrativo debe implementarse el llenado y revisión de bitácoras en las que se levanta información del estado físico de la infraestructura y las medidas de contención. Ya que esto permitirá prevenir situaciones de riesgo en la granja. Permitiendo así el cumplimiento de los siguientes objetivos:

1. Establecer barreras físicas (ver los métodos de contención descritos anteriormente) que permitan evitar la fuga o escape de organismos de trucha arcoíris.
2. Prevenir la exposición y posible proliferación a organismos causantes de enfermedades. Aunque este se debería de cumplir con los procesos de certificación de sanidad acuícola.

3. Ofrecer condiciones de bioseguridad dentro de las unidades de producción acuícola.
4. Disminuir la proliferación de trucha arcoíris en el medio natural, la recomendación ideal sería que el sistema de producción únicamente conste de la siembra de machos de trucha arcoíris; sin embargo, esto no es posible debido a las condiciones de operación descritas en los productos “Diagnóstico de la operación de las 10 granjas trutícolas y Caracterización ecológica de los cuerpos de agua aledaños a las granjas” (PNUD México 2016 a y b). Es por lo anterior que la reconversión sexual no representa una opción viable para la cuenca de Amanalco.
5. Realizar siembra homogénea de organismos (misma edades y condiciones sanitarias óptimas).
6. Contar con un censo controlado, o al menos aproximado, del número de organismos por estanques, el cual se actualice como mínimo semanalmente, pero de preferencia diariamente en relación con las mermas del sistema.

IV.11 ¿Por qué se debe obtener la concesión del uso y aprovechamiento de aguas nacionales y el permiso de descarga de aguas residuales?

La acuicultura depende del recurso hídrico en cantidad y calidad; por lo tanto, contar con un documento legal que asegure el permiso para el uso de este bien nacional garantiza, de forma inmediata, la permanencia de la actividad a mediano y largo plazo evitando así posibles sanciones que emanen del incumplimiento de este rubro.

Un requisito importante para la implementación de una UPA de trucha arcoíris, es conocer la calidad y la cantidad de agua para la producción, tomando en cuenta los parámetros fisicoquímicos propios de la especie, y asegurar la ausencia de contaminantes químicos o biológicos que impacten en la calidad final del mismo, ya que muchas UPA dependen del agua desechada por otras granjas.

Entre las características generales, para el uso y aprovechamiento de aguas nacionales, se recomienda considerar que:

1. La obtención del permiso de ocupación de zona federal se debe tramitar para la mayoría de las UPA de trucha arcoíris que se alimentan con agua de un cauce aledaño a la granja e incluso de algunos manantiales, debido a que la obra de derivación de agua se ubica dentro de los límites de la zona federal (río o manantial) que señala la Ley de Aguas Nacionales.
2. El diseño de los estanques debe considerar el caudal autorizado mediante la concesión acuícola, esto permite evitar problemas futuros a nivel operativo.

3. Es muy importante que, en la cesión de derechos para concesiones acuícolas, se señale específicamente dentro del título emitido por la dependencia la frase: “concesión acuícola”.

Respecto al uso y aprovechamiento de aguas nacionales para la producción acuícola, existen términos descritos en la Ley de Aguas Nacionales sobre los que es importante de tener claridad. Por este motivo, a continuación, se citan, según el DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, competencia de CONAGUA, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha jueves 24 de marzo de 2016:

ARTÍCULO 3.

I. a VII...

VII. BIS. “Aprovechamiento de Paso”. Aquel realizado en cualquier actividad que no implique consumo de volúmenes de agua, y sus alteraciones no excedan los parámetros que establezcan las normas oficiales mexicanas;

VIII. a LVI...

LVII. “Uso en Acuicultura”. El aprovechamiento de paso de aguas nacionales en el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, pre engorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones en aguas nacionales, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa;

Esto quiere decir que aun cuando se considera “agua de paso” no implica que deba omitirse el permiso de “descarga” de “aguas residuales”. Al respecto, las aguas residuales, principalmente en la acuicultura, deben someterse a un procedimiento de monitoreo de calidad del agua que permita generar una base de datos que refleje con precisión el impacto ambiental que implica la actividad acuícola de trucha arcoíris al recurso natural agua.

Se recomienda que dentro del Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria, que utilizan los Comités Estatales de Sanidad Acuícola, se incluyan elementos que permitan realizar monitoreo de calidad del agua. La información recabada, permitirá la generación de una base de datos de los parámetros fisicoquímicos, por unidad de producción que permitirá:

1. Identificar la contaminación de agua proveniente de unidades de producción aguas arriba.

2. Identificar la contaminación de agua generada por plaguicidas o fertilizantes de las zonas agrícolas aledañas a las unidades de producción.
3. Identificar la contaminación de agua proveniente de descargas de aguas residuales de tipo urbano o industrial.

IV.12 Monitoreo anual de la calidad en los cuerpos de agua aledaños a las UPA.

Con el fin de mantener la calidad de la calidad del agua, es importante evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del cuerpo de agua aprovechada en la UPA para realizar análisis estadísticos que permitan determinar cambios en las características del cuerpo de agua.

IV. 12.2 Ubicación de los sitios de muestreo.

Los puntos para los análisis y tomas de muestras serán en el afluente y efluente de la toma de agua que abastece al proyecto. De acuerdo con la actividad que se desarrollará será posible tomar muestras puntuales de acuerdo con las coordenadas de cada UPA:

1. Determinar la zona de muestreo (100 m lineales aguas arriba y 100 m aguas debajo de la zona de toma y descarga de la UPA) tomando en consideración la existencia de drenes acuícolas provenientes de otras granjas, efluentes industriales, efluentes de desarrollos urbanos, desembocadura de efluentes de agua dulce con residuos mineros, suelo contaminado por uso de suelo antrópicos y zonas ganaderas vecinas.
2. Se recomienda que el comité de sanidad acuícola estatal, participe directamente en el levantamiento de datos para el monitoreo de calidad del agua, de no ser posible, se recomienda que el acuicultor cuente con personal capaz de llevar a cabo el correcto llenado de formatos y el equipo apto para el muestreo o el de una institución académica.
3. Se recomienda que los análisis de laboratorio se realicen bajo los parámetros de calidad de laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).
4. Los muestreos y análisis se efectuarán con base en lo establecido en la normatividad vigente.
5. Se recomienda resguardar en original impreso y digital los resultados de los monitoreos de calidad del agua, y en caso de que la UPA se encuentre dentro del polígono de un Área Natural Protegida, reportar los resultados del monitoreo de calidad del agua, mediante copia legible a la dirección regional.

El monitoreo y seguimiento de las características del efluente debe realizarse por una instancia o laboratorio que cuente con la acreditación correspondiente (emitido por la Entidad Mexicana de Acreditación EMA), de acuerdo con lo establecido en la normatividad

vigente, los cuales se programarán de acuerdo con los periodos de actividad de la UPA. Dichos monitoreos se deben comparar con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996, donde se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Los parámetros por evaluar y sus unidades monitoreo de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-1996 se presentan en la Tabla 1:

Parámetro	Unidades	Valores máximos permisibles
Temperatura	°C	40
Grasas y aceites	ppm	25
Materia flotante		Ausente
Solidos sedimentables	ppm	2
Solidos suspendidos totales	ppm	60
DBO	ppm	60
Nitrógeno total	ppm	15
Fosforo total	ppm	5
pH	Unidades de pH	No normado
Oxígeno disuelto	ppm	No normado
Conductividad	Umhos/cm	No normado
Coliformes fecales	NMP	1000
Huevos de helminto	H/L	1-5

Tabla 1. Parámetros por evaluar.

IV.13 Metodología de muestreo.

La toma de muestras se realizará tomando como referencia la NMX-AA-014-1980, la cual establece los lineamientos generales y las recomendaciones para el muestreo de aguas superficiales; los parámetros a monitorear y el método se enlistan en la siguiente tabla:

Parámetro	Unidades	Método	Norma Mexicana
Transparencia	m	Disco Secchi In situ	
Temperatura	°C	Termistor In situ	NMX-AA-007-SCFI-2000
Grasas y aceites	ppm	Extracción Soxhlet	
Materia flotante		Malla	NMX-AA-006-SCFI-2010
Sólidos sedimentables	ppm	Volumétrico	NMX-AA-004-SCFI-2000
Sólidos suspendidos totales	ppm	Centrifugación	NMX-AA-008-SCFI-2011
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	ppm	Reflujo cerrado, colorimétrico.	NMX-AA-028-SCFI-2000
Nitrógeno total	ppm	Método Kjeldahl	NMX-AA- 026-SCFI-2001
Fósforo total	ppm	Colorimétrico	NMX-AA-029-SCFI-2001
pH	Unidades de pH	Potenciómetro in situ	NMX-AA-008-SCFI-2011
Oxígeno disuelto	ppm	Celda In situ	NMX-AA-012-SCFI-2001
Conductividad	Umhos/cm	Celda In situ	NMX-AA-006-SCFI-2010
Coliformes fecales y totales	NMP	Membrana	NMX-AA-42-1987

Tabla 2. Métodos de prueba.

Para las variables físicas y químicas que no se midan *in situ*, se tomarán muestras de agua en cantidad suficiente en frascos plásticos limpios y enjuagados de preferencia con agua destilada, garantizando su preservación durante el transporte (proteger de la radiación directa del sol y permanecer a 4°C). El procedimiento para la preservación de las muestras será:

- Verificar que la hielera se encuentre limpia.
- Dentro de la hielera los envases deberán colocarse de tal manera que no haya contacto directo entre ellos, lo cual se logra intercalando envases de plástico con envases de vidrio.
- Colocar hielo en la hielera en cantidad suficiente para que se asegure la preservación de la muestra hasta su llegada al laboratorio.

IV.13.1 Calendario de muestreo.

Meses											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
*			*			*			*		

Tabla 13. Calendario de muestreo.

Donde:

* representa la toma de muestras.

IV.13.2 Indicadores para medir la eficacia del programa.

- Porcentaje de muestreos realizados:

$$\% \text{ muestreos realizados} = \frac{\text{Muestreos realizados}}{\text{Total de muestreos proyectados}} * 100$$

- Porcentaje de cumplimiento por parámetro de tratamiento monitoreado, es la proporción del número de parámetros que cumplen la normatividad con relación al total de parámetros analizados y se determina con la aplicación de la siguiente manera:

$$\% \text{ cumplimiento} = \frac{\text{Número de parámetros que cumplen con la normatividad}}{\text{Total de parámetros analizados}} * 100$$

IV.13.3 Bitácoras de registro de muestras para la calidad del agua.

Las muestras de agua son especialmente propensas a cambios en su composición química debido a reacciones microbiológicas o alteraciones en las condiciones físicas. Los datos que se deben registrar en campo son (INECC-CCA, 2010).

- Identificación de la coordenada del punto de muestreo (lectura del GPS).
- Altitud del punto de muestreo (lectura de GPS).
- Fecha y hora.
- Datos generales de la persona que realizará el muestreo.
- pH.
- Temperatura del agua.
- Temperatura ambiente.
- Conductividad.
- Transparencia (Disco Secchi).
- Olor aparente.
- Turbidez.
- Condiciones climatológicas.
- Se deben tomar evidencias fotográficas en los sitios de muestreo.

Se recomienda que en todos los casos que se realice el muestreo, el acuicultor conserve los resultados e integre un expediente exclusivo con los mismos. En caso de que la unidad de producción acuícola de trucha arcoíris se encuentre ubicada dentro de un Área Natural Protegida, se recomienda reportar mediante copia legible, los resultados de los análisis de laboratorio a la dirección del ANP correspondiente.

A continuación, se presentan los dos formatos básicos propuestos:

1.- Formato de seguimiento de calendario de muestreo de calidad del agua

Nombre de la UPA: _____

Nombre del responsable al seguimiento de muestreo de calidad del agua: _____

Meses											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
*			*			*			*		

Nombre del técnico del Comité de Sanidad Acuícola que colabora en el muestreo: _____

Observaciones

Nota: En caso de que la UPA se ubique dentro del polígono de un Área Natural Protegida, deberá reportar la copia del presente calendario, así como de los resultados del monitoreo a la dirección regional correspondiente.

2.- Formato de toma de muestra de calidad del agua.

Nombre de la UPA:													
Nombre y firma de quién tomó la muestra:									Identificación de la toma de muestra:				
Identificación de la coordenada del punto de muestreo (lectura del GPS):									Altitud del punto de muestreo (lectura de GPS):				
Fecha y hora de inicio del muestreo:									Fecha y hora de término del muestreo:				
Condiciones climatológicas (Describir):													
# muestra	Identificación de la muestra	Hora	Temperatura		Conductividad	Transparencia (Disco Secchi)	pH	Materia flotante	Olor		Número de recipientes		
			Agua	Ambiente					Si	No	FQ ¹	GyA ²	Biol ³

¹ Muestra para análisis fisicoquímicos.

² Muestra para grasas y aceites.

³ Muestra para análisis microbiológicos.

V. Selección de tipo de alimento (Natural o Balanceado).

Para el caso particular de la utilización de alimento balanceado, se recomienda apegarse a los criterios señalados por el Manual de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria, elaborado por SENASICA

(http://www.cib.uaem.mx/pdf/manual_de_buenas_practicas_trucha.pdf), a cuyos lineamientos dan seguimiento los Comités de Sanidad Acuícola Estatales, que se resumen en el cumplimiento de las siguientes características:

- a) Los ingredientes utilizados no deben contener plaguicidas, contaminantes químicos, toxinas o sustancias adulteradas. Además, deben cumplir con los estándares internacionales para niveles de patógenos, micotoxinas, herbicidas, plaguicidas y otros contaminantes que puedan originar riesgos a la salud de los peces y del consumidor.
- b) Los alimentos deben contener solamente componentes permitidos por las agencias reguladoras correspondientes. Estos compuestos incluyen aditivos, pigmentos, antioxidantes y medicamentos veterinarios aprobados para su uso en acuicultura.
- c) Los alimentos que sean producidos de forma industrial deben estar correctamente etiquetados e incluir la lista de los ingredientes utilizados en su fabricación. La composición nutricional de los mismos debe estar garantizada y ser la misma que la que se declara en la etiqueta, además de ser alimentos higiénicos.
- d) De existir alguna regulación en la materia, los alimentos deben estar registrados con la autoridad correspondiente.

Si el alimento a ser utilizado en el cultivo cumple con estos requisitos, es decisión del productor de trucha la elección de la marca que considere mejor para su granja.

Con la finalidad de implementar un seguimiento de la cantidad de alimento balanceado utilizado, se recomienda implementar el siguiente formato:

Nombre de la UPA:	
Dirección o ubicación:	
Fecha del reporte:	
Fecha de compra del alimento:	
Fecha de arribo a la granja:	

Nombre y dirección de la compañía que elaboró el alimento:	
Tipo de alimento:	
Cantidad (Bultos):	
Número de lote:	
Fecha de expiración:	
Clave asignada en la granja al lote de alimento recién llegado:	
Fechas de uso (Periodo en días):	
Número(s) de estanque(s) en los cuales el alimento fue utilizado:	
Condiciones de temperatura y humedad del almacén:	
Se observa presencia de plagas:	Si () No ()
En caso de responder "Si" en el punto anterior, describa como se atendió esta contingencia:	
¿Utilizo algún químico para prevención o control de plagas?	Si () No ()
En caso de responder "Si" en el punto anterior, describa que tratamiento se llevó a cabo:	
Observaciones:	

Nombre del responsable del almacén:	
Firma del responsable del almacén:	

VI. Programa de manejo de residuos generados en las unidades de producción acuícola.

El objetivo de realizar un control y seguimiento de los residuos generados en las unidades de producción acuícola es el de evitar la contaminación de los cuerpos de agua, contaminación del aire y suelo, modificación del paisaje y la proliferación de vectores de enfermedades.

VI.2 Tipos de residuos generados.

El manejo de los residuos comprende las áreas de mayor afluencia dentro de las instalaciones de la granja, donde se desarrollan actividades operativas.

Los tipos de residuos que se generan en cada una de las etapas del proyecto son los que se enlistan en la tabla siguiente, sin embargo, su generación puede variar en función del número de visitantes al interior de la granja por lo anterior, se recomienda aplicar el siguiente programa de manejo por etapas:

Fuente de generación	Residuos generados
Mantenimiento y preparación de estanques	Bolsas vacías de cal al inicio de cada cosecha. Delgada película de cal sobre las paredes de los estanques.
Alimentación	Costales de plástico contenedores de alimento.
Eviscerado	Vísceras de organismos consumidos por el personal de la UPA (en algunos casos)

Fuente de generación	Residuos generados
Descarga de aguas residuales durante la operación	Dependerá del manejo realizado en cada granja. En el caso de las UPA's analizadas en la Cuenca de Amanalco, se cuenta con letrinas o baños secos, que no generan aguas residuales.
Desazolve de estanques y limpieza del sedimentador	Depende de las condiciones que prevalezcan en el momento de realizar la actividad y depende del manejo realizado en cada estanque de la granja.

Tabla 3. Generación de residuos sólidos en la UPA.

VI.3 Procedimientos operativos para el manejo de residuos.

Se recomienda la instalación de contenedores de residuos sólidos colocados en lugares estratégicos dentro de la granja, dichos receptáculos deben ser rotulados y ubicados correctamente. Asimismo, se dispone de contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos. Estos contenedores estarán ubicados en un lugar específico cerca del acceso, esto con la finalidad de brindar un adecuado manejo y disposición temporal de los residuos.

Se recomienda que los botes de almacenamiento en las granjas tengan la siguiente iconografía, recomendada por SEMARNAT, para su fácil identificación:



Imagen 11. Iconografía para la identificación gráfica de los Residuos Sólidos Urbanos.

Los recipientes indicados anteriormente serán revestidos con bolsas de polietileno de tamaño y resistencia adecuada para contener los residuos de forma segura y holgada o con las bolsas de alimento vacías. Dentro del área de eviscerado deberá colocarse un recipiente

para contener todos los desechos provenientes de esta actividad; los residuos de este recipiente son dispuestos en un sistema de fosa séptica de no contar con ella en la granja se deberá realizar la colecta y almacenamiento de estos residuos en contenedores especialmente dispuesto para este fin. Las operaciones de recolección y transporte interno de los residuos se efectuarán de acuerdo con el horario establecido por el personal a cargo de dicha actividad. Con esto se pretende lograr un manejo seguro de los residuos sólidos, con la finalidad de minimizar y/o eliminar cualquier tipo de riesgo de contaminación ambiental.

VI.3 Formato de bitácoras.

Es importante contar con un registro diario/mensual de manejo de los residuos generados ya que estos se generarán de manera continua, para lo cual se puede usar el formato siguiente:

Nombre de la UPA:						
Nombre del responsable de la recolección:						
Fecha (D/M/A)	Numero de bolsas recolectadas					Observaciones
	Orgánicos	Inorgánicos	Plástico	Metal	Vidrio	

VII. Glosario

Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.

Acuicultura: Es el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, preengorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones ubicadas en aguas dulces, marinas o salobres, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa.

Acuicultura comercial: Es la que se realiza con el propósito de obtener beneficios económicos.

Acuicultura didáctica: Es la que se realiza con fines de capacitación y enseñanza de las personas que en cualquier forma intervengan en la acuicultura en cuerpos de agua de jurisdicción federal.

Acuicultura de fomento: Es la que tiene como propósito el estudio, la investigación científica y la experimentación en cuerpos de agua de jurisdicción federal, orientada al desarrollo de biotecnologías o a la incorporación de algún tipo de innovación tecnológica, así como la adopción o transferencia de tecnología, en alguna etapa del cultivo de especies de la flora y fauna, cuyo medio de vida total o parcial sea el agua.

Acuicultura industrial: Sistema de producción de organismos acuáticos a gran escala, con alto nivel de desarrollo empresarial y tecnológico y gran inversión de capital de origen público o privado; Fracción adicionada DOF 05-12-2014 IV Ter.

Acuicultura rural: Sistema de producción de organismos acuáticos a pequeña escala, realizada de forma familiar o en pequeños grupos rurales, llevada a cabo en cultivos extensivos o semi-intensivos, para el autoconsumo o venta parcial de los excedentes de la cosecha; Fracción adicionada DOF 05-12-2014.

Acuífero: Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Aguas claras o Aguas de primer uso: Aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno.

Aguas del subsuelo: Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre.

Aguas Nacionales: Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

“Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas” (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la federación el 29 de enero de 2016).

Aguas Residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

Aprovechamiento: Aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma.

Aprovechamiento de Paso: Aquel realizado en cualquier actividad que no implique consumo de volúmenes de agua, y sus alteraciones no excedan los parámetros que establezcan las normas oficiales mexicanas.

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

Capacidad de Carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico.

Cauce de una corriente: El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.

Certificado de sanidad acuícola: Documento oficial expedido por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, o a través de laboratorios acreditados y aprobados en los términos de esta Ley y de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en el que se hace constar que las especies acuícolas o las instalaciones en las que se producen se encuentran libres de patógenos causantes de enfermedades.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contingencia ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Cuenca hidrológico-forestal: La unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

Cuerpo receptor: La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos.

Delimitación de cauce y zona federal: Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal.

Desarrollo Sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desarrollo sustentable: En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

Descarga: La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Educación Ambiental: Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida. Fracción adicionada DOF 07-01-2000. Recorrida DOF 28-01-2011, 04-06-2012.

Elemento natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

Emergencia ecológica: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que, al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Especie exótica invasora: Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública. *Fracción adicionada DOF 06-04-2010*

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación Fracción recorrida DOF 28-01-2011 XIX.

Flora silvestre: Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre; Fracción recorrida DOF 28-01-2011.

HACCP: Análisis de Puntos Críticos de Control.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; Fracción recorrida DOF 28-01-2011.

Inocuidad: Es la garantía de que el consumo de los recursos pesqueros y acuícolas no cause daño en la salud de los consumidores.

Introducción de especies: Actividad que se refiere a aquellas especies que no se distribuyen naturalmente existentes en el cuerpo de agua en el que se pretenden introducir.

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo; Fracción recorrida DOF 28-01-2011.

Material genético: Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia.

Pesca deportivo-recreativa: La que se practica con fines de esparcimiento o recreación con las artes de pesca previamente autorizadas por esta Ley, reglamentos y las normas oficiales vigentes.

Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.

Recursos Genéticos: Todo material genético, con valor real o potencial que provenga de origen vegetal, animal, microbiano, o de cualquier otro tipo y que contenga unidades funcionales de la herencia, existentes en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce soberanía y jurisdicción; Fracción reformada DOF 01-04-2010. Recorrida DOF 28-01-2011.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre; Fracción recorrida DOF 28-01-2011 XXXI.- Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes; Fracción recorrida DOF 28-01-2011.

Recursos asociados: Las especies silvestres animales y vegetales, así como el agua, que coexisten en relación de interdependencia con los recursos forestales.

Repoblación: Es el acto de introducir organismos acuáticos vivos nativos en cualquiera de los estados de su ciclo de vida, en cuerpos de agua de jurisdicción federal con fines de mantener, recuperar o incrementar las poblaciones naturales pesqueras.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; Fracción recorrida DOF 28-01-2011.

Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y, por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente; Fracción recorrida DOF 28-01-2011. Reformada DOF 16-01-2014.

Reúso: La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

Ribera o Zona Federal: Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En

los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.

Río: Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

Sanidad acuícola: Es el conjunto de prácticas y medidas establecidas en normas oficiales, encaminadas a la prevención, diagnóstico y control de las plagas, y enfermedades que afectan a dichas especies.

Servicios Ambientales: Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales.

Terreno forestal: El que está cubierto por vegetación forestal; Fracción recorrida DOF 04-06-2012, 24-01-2017.

Terreno preferentemente forestal: Aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados; Fracción recorrida DOF 04-06-2012, 24-01-2017.

Unidad de manejo acuícola: Se integra con las áreas comprendidas en una zona delimitada, en la que se establece un conjunto de unidades de producción con una infraestructura básica y las instalaciones necesarias para su operación y funcionamiento compartido, operada de forma común.

UPA. Unidad de Producción Acuícola.

Uso: Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso.

Uso en Acuicultura: El aprovechamiento de paso de aguas nacionales en el conjunto de actividades dirigidas a la reproducción controlada, pre engorda y engorda de especies de la fauna y flora realizadas en instalaciones en aguas nacionales, por medio de técnicas de cría o cultivo, que sean susceptibles de explotación comercial, ornamental o recreativa; Fracción reformada DOF 24-03-2016.

Vegetación exótica: Conjunto de plantas arbóreas, arbustivas o crasas ajenas a los ecosistemas naturales de la zona.

VIII. Bibliografía.

Aguilera, H. & Noriega, P. 1988. La trucha y su cultivo. Aguilera, H., México, D.F., FONDEPESCA. Subsecretaría de Pesca. 57 p.

Alcocer M., A. 2000. Selección de reproductores, Memorias del II Foro Nacional Trutícola, 16-17 octubre de 1997. Cuajimalpa, D.F., México.

Alianza Nacional de HACCP para Mariscos y Pescados. Velázquez, E. 2011. HACCP Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Florida U.S.A: Florida Sea Grant, SGR 120. 244p.

Análisis de Puntos Críticos de Control HACCP. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/HACCP.html>

Álvarez, I. & Muñoz, P. 2008. Instrumentos Territoriales y Económicos que Favorecen la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad, en Capital Natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. CONABIO, México, pp. 229-258.

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca., Sistema Producto Trucha del Estado de México. Programa Maestro del Sistema Producto Trucha del Estado de México. 135 p.

Espinosa, H., García-De León, F. J., Ruiz, G., Varela, A., Barriga, I., Arredondo J.L., Hendrickson, D., Camarena, F. y De los Santos, 2007. Las Truchas Mexicanas: Peces Enigmáticos del Noroeste. Especies: Revista sobre Conservación y Biodiversidad. Naturalia A.C. Enero-Febrero: 8-14.

Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES, Ministerio de Producción, Perú. 2014. Manual de Crianza de Trucha en Ambientes Convencionales. 88 p.

García, O. & Calvario, M. 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha. Mazatlán, Sinaloa. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SAGARPA. 86 p. ISBN: 968-5384-05-3.

Hendrickson, Dean A, David A Neely, Richard L Mayden, K Anderson, James E Brooks, Faustino Camarena-Rosales, Ralph F Cutter, et al. 2007. "Conservation of Mexican native trout and the discovery, status, protection and recovery of the Conchos trout, the first native *Oncorhynchus* of the Atlantic drainage in México." Studies of North American Desert Fishes in Honor of E. P. (Phil) Pister, Conservationist, edited by Ma. Lourdes de Lozano-Vilano and Armando J Contreras-Balderas, 162 - 201. Monterrey, Nuevo León, México: Dirección de Publicaciones, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, 162 - 201.

INECC-CCA. 2010. Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices del PRONAME. México: INECC.

Ley de Aguas Nacionales (DOF 24 marzo 2016)

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 25-01-2017.

Ley de Aguas Nacionales (DOF 24 marzo 2016)

Malta Cleyton de México. Línea de Nutrición Truchas. Fecha de actualización: 2016

http://www.maltacleyton.com.mx/productos_trucha_alimento_para_peces.php

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.

<http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4647/semarnat/semarnat.htm>

Nielsen, L. J. and Sage, G. K. 2001. Microsatellite analyses of the trout of northwest Mexico. *Genetica* 111: 269-279.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016a. Plan de Mejores Prácticas Acuícolas en la Producción de Trucha Arcoíris en el Municipio de Amanalco, APRN Valle de Bravo. **Diagnóstico de la operación de 10 granjas trutícolas y sus**

impactos en el medio natural presentado a la CONABIO y PNUD en el marco del proyecto 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar las especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. **Gallardo-Ángeles, M., Ortega Peña, J. R. Mangas Ramírez, E y Arriaga Cardona, B.** ISO BIO-Ambiental, Puebla, México. 148 pp + 5 de Anexos.

PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016b. Plan de Mejores Prácticas Acuícolas en la Producción de Trucha Arcoíris en el Municipio de Amanalco, APRN Valle de Bravo. **Diagnóstico de la operación de 10 granjas trutícolas y sus impactos en el medio natural** presentado a la CONABIO y PNUD en el marco del proyecto 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar las especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. **Gallardo-Ángeles, M., Ortega Peña, J. R. Mangas Ramírez, E y Arriaga Cardona, B.** ISO BIO-Ambiental, Puebla, México. 53 pp + 5 de Anexos.

Quintero, B. 2016. Plan de Desarrollo Municipal Amanalco de Becerra 2016-2018. 286 p.

Ramírez, M., Mendoza, A. & Aguilera, G. 2010. Estado Actual y Perspectivas de la Producción y Comercialización de Peces de Ornato de Agua Dulce en México. Ramírez, M., Monterrey, Nuevo León. Instituto Nacional de Pesca, Universidad Autónoma de Nuevo León. 116 p. ISBN: 978-607-433-522-4.

Ruiz-Campos, E. St. Clair, J.R. Tomelleri and A. Varela-Romero. 2003. Conservation of Mexican native trout and the discovery, status, protection and rediscovery of the Conchos trout, the first native. En: M.L. Lozano-Vilano and A.J. Contreras-Balderas (eds.). Studies of North American Desert Fishes in Honor of E.P. (Phil) Pister, Conservationist. Faculty of Biological Sciences, UANL. México. pp. 162-201.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales. Fecha de actualización: 24 de marzo de 2016.

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN_ref07_24mar16.pdf



Senado de la Republica. Reforma Senado Ley de Aguas Nacionales para impulsar la acuacultura. Fecha de actualización: 25 de febrero de 2016

<http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/26841-reforma-senado-ley-de-aguas-nacionales-para-impulsar-la-acuacultura.html>

Tramite CNA-01-003. Concesión de aprovechamiento de aguas superficiales. Fecha de actualización: 2015

http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/174830/CNA_01_003_.pdf

Velázquez, E. & Espinoza, H. 1989. Diagnósis del Estado Actual de la Trucha Arcoíris en México. México D.F. Secretaria de Pesca. 73 p.