

CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES PARA ACUICULTURA

Dirección Nacional de Acuicultura



**Ministerio
de Economía**
República Argentina

**Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca**

Construcción de estanques para acuicultura

Arq. Guillermina Dapello
Dirección Nacional de Acuicultura

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la producción de organismos acuáticos de agua dulce se realizan en estanques excavados en tierra. Al recorrer las pisciculturas llama la atención la diversidad de estos establecimientos no solo por su tamaño, sino que también por su diseño y particularidades constructivas.

La construcción de los estanques y de las redes hidráulicas representan una de las mayores inversiones dentro de un emprendimiento acuícola. Este costo no solo depende de las características del suelo (topografía, tipo de suelo, drenaje) sino que también del diseño y de la estrategia de construcción tanto de los estanques como de las demás instalaciones. Un buen estanque debe ser de construcción poco costosa y fácil mantenimiento y permitir un aprovechamiento satisfactorio del agua y de los peces. (www.fao.org)

La facilidad operacional y la durabilidad de las instalaciones deben ser consideradas al momento de proyectar y planificar el diseño de la piscicultura. Estanques de difícil acceso y sin estructuras de apoyo requieren de una mayor disponibilidad de mano de obra, por lo que se encarece la actividad tanto al momento de la cosecha como durante el cultivo.

Previo al inicio de la obra es necesario contar con una planificación del proyecto a realizar donde se consideren los requerimientos de la/las especie/s con las que se va a trabajar, las etapas que se desarrollaran (alevinaje, juveniles, engorde), la necesidad de estanques especiales (reproductores, almacenamiento / depuración), así como también la parte económica (inversión a realizar).

CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES ELECCIÓN DEL TERRENO

Al momento de elegir el sitio donde se van a construir los estanques hay puntos que se deben considerar para asegurar el éxito del emprendimiento. Dentro de estos ítems consideraremos fundamentalmente los siguientes:

- Fuente de agua: disponibilidad de agua apta para el cultivo de organismos acuáticos, ya sean superficiales o profundas que cuente con las características físicas- químicas requeridas por la especie a cultivar.



- **Accesos – conectividad:** disponer de caminos que permitan el ingreso y egreso tanto de insumos como del personal que va a desarrollar las actividades. Contar con energía eléctrica, ya sea mediante tendido de red o provista por sistemas de energías renovables (fotovoltaica, eólica, etc)
 - **Actividades en los predios vecinos:** es importante considerar las actividades que se desarrollan en estos para evitar que exista algún tipo de contaminación ambiental o acuífera producto de sus operaciones.
 - **Legislaciones vigentes:** consultar tanto a nivel municipal/comunal, provincias y nacional las leyes vigentes para la instalación de la actividad en el predio elegido.
- Estos aspectos son analizados al realizar la Evaluación de impacto ambiental.



Foto 1: Estancos de agua dulce en el CENADAC. Fuente: G. Dapello - DNA.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES

A la hora de diseñar los estanques lo primero que se debe considerar es la utilización que se le va a dar al mismo, de esto no solo depende sus dimensiones, sino que su ubicación dentro de la estructura productiva.

No existe una regla general para determinar el tamaño y la forma de los estanques, esto se determina en base a la topografía del lugar elegido, de las dimensiones del terreno, de la escala de producción, las posibilidades de aprovechamiento de estructuras existentes, así como los requerimientos de las especies a cultivar determinados por los técnicos a cargo del proyecto acuícola.

Para los casos en que se va a desarrollar toda la cadena productiva los estanques destinados a larvicultura y alevianje serán los más pequeños, con dimensiones que oscilan entre los 100, 300 y 500 m²; y se localizarán próximos a la sala de reproducción. En esta área también encontraremos los estanques destinados a



reproductores. Los estanques con finalidad de engorde suelen tener una superficie mayor, variando entre 500 m², 1 y 2 hectárea o aún mayores. Cuando los estanques tienen grandes dimensiones y son muy anchos, demandan redes anchas por lo que el arrastre debe ser realizado por varios operarios o de forma mecánica. Otros aspectos a considerar para determinar el tamaño es el nivel de explotación: intensivo, semiintensivo o extensivo; así como la demanda del mercado, si el emprendimiento no tiene lugar para acopiar la producción no tiene sentido tener demasiados pescados en el estanque, de la misma manera que si no se cuenta con recursos como agua, fertilizantes, alevines, alimento.

En lo que respecta a su forma la rectangular es la ideal, orientados con su eje mayor con respecto a los vientos dominantes para tener una mejor oxigenación.

Diagramación de la ubicación de estanques



Esquema 1: Diseño de una explotación acuícola con diferentes tipos de estanques según FAO.

Fuente: www.fao.org

Al momento de diagramar la ubicación de los estanques, lo ideal si el terreno lo permite, es que presenten una alineación y dimensiones similares a los fines de aprovechar los canales de desagües y el tendido de las cañerías de ingreso de agua. La estandarización de las medidas de los estanques facilita tanto las tareas de construcción como posteriormente las de producción.

Compartir los coronamientos ahorra espacio y ofrece una mayor durabilidad de los mismos al poder darles las pendientes y el ancho óptimo.



Características de un estanque

Un estanque destinado a la actividad acuícola consiste en un recinto cerrado mediante diques o taludes que reúnen las siguientes características:

Entrada de agua: la misma se ubicará en el extremo menos profundo del estanque. Se hará mediante un caño ubicado a 50 cm sobre el nivel máximo de agua del estanque y a 1 metro aproximadamente del borde, de esta manera se busca que el agua al caer oxigene el estanque.

Salida de agua: se ubica en el extremo opuesto a la entrada de agua, la misma debe estar en el fondo para permitir el vaciado completo del estanque. El suelo debe tener una pendiente del 5% hacia este desagüe. Mediante un caño vertical de PVC que se une con un codo a rosca se determina el nivel del agua deseado en el estanque.

Otra de las opciones para la confección de la salida de agua es la construcción de un monje o una compuerta de descarga. El monje consiste en una columna vertical, la cual puede construirse en mampostería u hormigón, cerrada al frente con tablonces de madera para permitir regular el nivel de agua deseado. La compuerta de descarga es una abertura en el dique que se cierra con tablonces de madera hacia un canal de desagüe, y al igual que el monje el nivel de agua se controla con el agregado o retiro de los tablonces.



Foto 2: Estanques de agua dulce de la empresa Rosamonte. Fuente: Empresa Rosamonte.

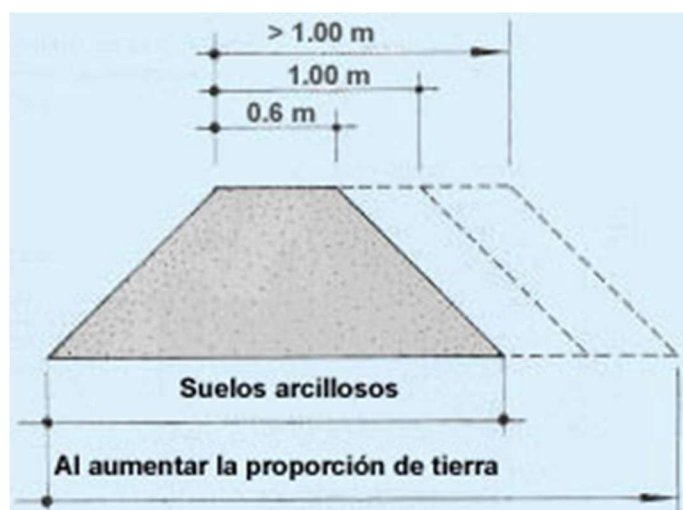
Profundidad: La profundidad mínima debe oscilar entre los 0.7 y 1 metro, de esta forma se impide el crecimiento de plantas acuáticas y algas filamentosas que ocasionan problemas en la calidad de agua.



En cuanto a la máxima se ubica alrededor de los 2 metros, ya que si es mayor requiere del uso de tecnologías para el manejo y cosecha; así como también las mayores profundidades promueven zonas anaeróbicas (falta de oxígeno) en el fondo por ausencia de luz.

Taludes: la inclinación de los taludes tanto externo como internos deben definirse teniendo en cuenta los siguientes factores:

Durabilidad: cuanto más suave sea la inclinación del talud interno más duradero será el estanque. Esto se debe a que el efecto de erosión por parte de las olas sobre el talud es menor. Algunos autores señalan que para estanque menores a 5.000 m² la inclinación mínima debe ser de 1:2.5, mientras que para los de mayor superficie hay que optar por 1:3.



Esquema 2: Gráfico de un talud extraído de la publicación de FAO, donde se puede ver la relación que guardan las pendientes con el coronamiento. Fuente: www.fao.org

Exterior de los taludes: conviene que tengan un recubrimiento vegetal, al igual que el coronamiento, para su protección. La pendiente dependerá si el mantenimiento de los taludes se hace de forma manual o mecánica, en el primer caso permite que sean más empinados.

Textura del suelo: se debe considerar la plasticidad del suelo de manera que no se produzca afloramiento de agua en el exterior del estanque.

Facilidad de manejo: si las pendientes de los taludes son muy empinadas dificultan el pase de las redes sea esta de forma mecánica como manual. El pisoteo de los taludes empinados por parte del personal, poco a poco van dañando las paredes y produciendo desmoronamientos.

Compactación: es importante que la tierra con la que se los forma, no solo tenga la plasticidad adecuada, sino que la misma este bien apisonada, impidiendo la presencia de hoyos o el desmoronamiento por falta de compresión.

Ancho del coronamiento: El ancho del coronamiento debe permitir el paso de



vehículos para las operaciones de la piscicultura. La dimensión de estos guardará relación con el tamaño del emprendimiento y de los estanques, se ajustará al paso de camiones, tractores, camionetas, etc según la envergadura requerida. En el caso de emprendimientos pequeños con producciones donde el trabajo es manual, los coronamientos tienen dimensiones menores, lo ideal es que la relación entre el área total y el espejo de agua sea de un 75%.

Si el coronamiento es muy estrecho se destruye producto de la erosión del agua, la presencia de algunos organismos que afectan su compactación y el pisoteo de los obreros o tránsito de los vehículos.

Forma: En búsqueda de hacer la actividad cada vez más sostenible y eficiente, procurando equilibrio entre bienestar animal, productividad y conservación de los recursos naturales, se exploran una variedad de diseños que van desde los rectangulares, circulares, ovoides, octogonales, entre otros. Cada una de estas formas ofrece ventajas y desventajas en relación al flujo de agua, la oxigenación, el manejo de los residuos, control de la temperatura, etc.; pero a la hora de diseñar los estanques se debe tener en cuenta la eficiencia del espacio, la capacidad productiva del emprendimiento, la topografía del terreno, los requisitos de la especie a cultivar, la disponibilidad de agua, las condiciones climáticas adversas del lugar (vientos, fuertes lluvias), y algunas otras variantes que puedan influir en el diseño.



Foto 3 y 4: Entrada de agua de los estanques del CENADAC. Fuente: G. Dapello - DNA

SUELO

Antes de iniciar la construcción de los estanques es necesario conocer la composición del mismo y para ello se procede a tomar muestras de suelo y realizar su análisis. Los suelos ideales para la construcción de los diques son aquellos que resultan arcillosos y de baja permeabilidad, con un porcentaje entre el 30 – 40% de arcillas; por el contrario, los que presentan gran porcentaje de arena y/o piedras resultan poco favorables por su alta infiltración. En este último caso al construirse los estanques se deberá prever medidas para contrarrestar la pérdida de agua, tales como mayor provisión de agua para reposición de las pérdidas, colocación de membrana de polietileno de alta densidad, traer tierra arcillosa de otra cantera, etc.

Los suelos de los estanques en un emprendimiento piscícola no solo deben resultar impermeables, sino que además deben mantener la fertilidad del agua



para que no se produzca la pérdida de los nutrientes. Los suelos de grano fino y que tiene una composición de arcillas y de limo en un 50% de su peso seco son los mejores, ya que resultan impermeables y con buena fertilidad.

Horizontes y perfil del suelo para acuicultura

Horizonte O (Orgánico): Compuesto por restos vegetales y materia orgánica en descomposición. Esta capa se retira por completo previo a la construcción de los estanques.

Horizonte A (Tierra vegetal): Oscuro, rico en humus, fértil, pero suele ser poroso. Se utiliza para cubrir los taludes exteriores y fomentar el crecimiento de pasto.

Horizonte B (Subsuelo): Es la capa para el fondo de los estanques, con presencia minerales como arcillas y óxidos; proporcionado plasticidad, estabilidad estructural e impermeabilidad para retener el agua. Su composición franco-arcillosa o arcillo-arenosa garantiza que el estanque no pierda volumen por infiltración.

Horizonte C y R (Roca madre): Compuesto por fragmentos de roca o lecho rocoso sólido.

Es altamente permeable y, si queda expuesto en el fondo del estanque, el agua se filtrará rápidamente.

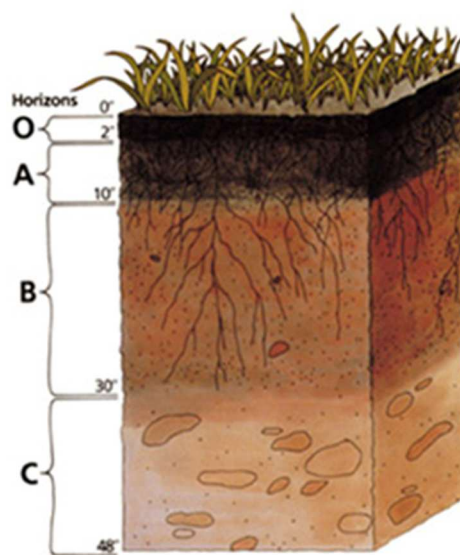


Imagen extraída de Wikipedia

TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS ESTANQUES

Limpieza del terreno: Para la preparación del área es fundamental la limpieza del terreno retirando la capa fértil, la vegetación superficial, raíces, toda la materia orgánica que pueda descomponerse y afectar la estabilidad de los diques. La capa fértil puede ser reservada para una vez finalizados los estanques cubrir los terraplenes exteriores y el coronamiento para que se cubran con vegetación. Rocas y árboles deben ser retirados también, no pudiendo usarlos en el relleno de los taludes, sobre todo los árboles y troncos que al descomponerse pueden formar galerías por donde se filtra el agua, afectando a la estabilidad de los taludes.

Replanteo de los estanques, canales y demás estructuras: con el área limpia se marca mediante estacas la ubicación de los estanques, los taludes, canales de desagües, la línea por la cual pasará el abastecimiento del agua, la ubicación de la entrada y la salida de agua de cada embalse.



Construcción de los estanques: la forma eficiente de construir un estanque es utilizar la tierra extraída para la construcción de los taludes, de esta forma se compensa el volumen extraído con el volumen del terraplén.

Para realizar la extracción de la tierra se pueden utilizar topadora, retroexcavadora, pala mecánica, etc; cualesquiera de estos medios mecánicos sirven para realizar el movimiento de tierra necesario. Si bien las contrataciones de estos servicios resultan costosas, contar con gente especializada agiliza el trabajo y a la larga reduce los costos.

En los casos de estanques pequeños, y si no se cuenta con los medios, estos se pueden realizar mediante pala con trabajo manual.

Después de terminar con el retiro de la tierra, para prolongar la vida útil del estanque es importante realizar la compactación del suelo, aumentando la resistencia a las filtraciones y a la erosión. En el caso de los terraplenes que se van realizando a medida que se excava el dique, ir compactando la tierra en capas de 20 centímetros, es fundamental para dar el acabado del declive y su uniformidad. Durante la ejecución de los estanques se deberá controlar la humedad del suelo, tanto la humedad excesiva como la sequedad no permiten una buena compactación de la tierra.

El acabo del fondo de los estanques deberá ser plano con la inclinación adecuada hacia el desagüe, en el caso que se observen piedras o algún otro elemento sobresaliente se retirará y compactará la zona afectada.

El coronamiento de los taludes deberá quedar en la cota determinada y al igual que los taludes externos recubiertos con una capa de suelo fértil que permita la plantación de gramíneas que ayuden a la contención del suelo.



Foto 5: Retroexcavadora trabajando en la limpieza de un estanque. Fuente: G. Dapello – DNA.



Instalación de las tuberías: la estructura de ingreso y salida del agua, así como el nivel en el interior del estanque deben ser bien planificados para facilitar las operaciones de rutina y mantenimiento del sistema. La distribución del agua y los desagües deben ser correctamente diseñados y calculados dado su considerable costo dentro del proyecto. Para ejecutarlos se puede optar tanto por los canales abiertos como por tuberías.

Si se opta por tuberías, actualmente se utilizan caños de PVC tanto para la provisión de agua como para el desagüe del estanque. Si bien estos caños presentan una gran resistencia a la corrosión y son de fácil manejo para su instalación y mantenimiento, se deterioran por la acción de los rayos ultravioletas y ofrecen poca resistencia mecánica motivo por el cual se los deben enterrar para su protección.

La provisión de agua requiere de llaves que permitan cortar y/o graduar el suministro de esta, acorde a los requerimientos del dique. La dimensión de los caños se realizará en relación al tiempo deseado para el llenado de los estanques, la cantidad de estos a abastecer en simultáneo y los metros cúbicos que requiere cada estanque para su llenado.



Foto 6: Estanque terminado, se observan los terraplenes internos, el caño de entrada de agua y el declive hacia el desagüe. El fondo del estanque está limpio de piedras, ramas, cascotes, etc.
Fuente: G. Dapello - DNA.

PROVISIÓN DE AGUA

La provisión de agua se puede hacer por gravedad, mediante el bombeo o combinando ambas opciones.



Por gravedad: cuando el agua proviene de una represa, un surgente o un canal y esta se encuentra en un nivel superior a la cota de agua de los estanques, la distribución se puede hacer mediante canales abiertos o por tuberías.

En los casos en que se opte por canales abiertos, para dimensionar su sección se deberá tener en cuenta la materialización de los mismos. Los que se hagan en la tierra sin ningún tipo de protección serán más anchos que aquellos que se ejecuten en cemento, canales prefabricados o se recubran con lonas plásticas u otro tipo de revestimiento; esto se debe a que la vegetación que crece dentro del canal crea una resistencia al pase del agua.

Por bombeo: cuando la fuente de agua se encuentra por debajo de la cota del estanque o bien se toma de las napas es necesario contar con una bomba para tomar el agua y de esta forma distribuirla por la tubería hasta los estanques.

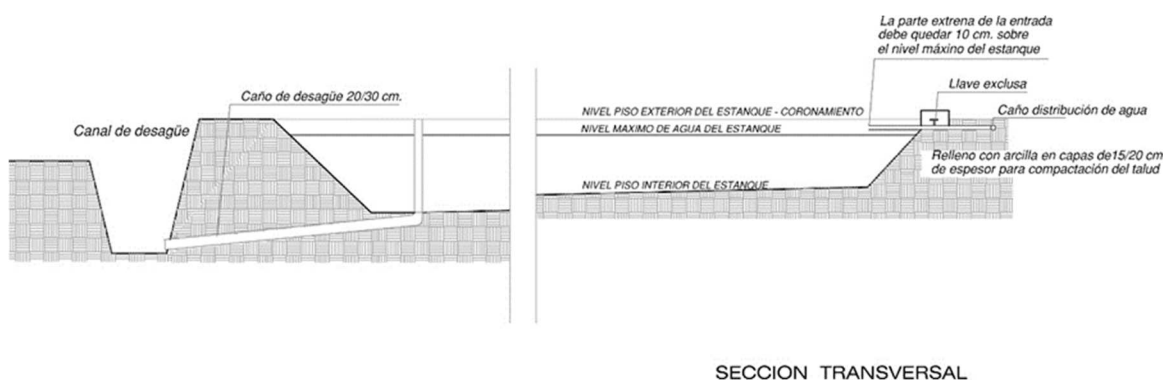
Sistema mixto: en estos casos se combina el bombeo del agua ya sea desde una represa, río, pozo, etc hacia un reservorio desde donde se distribuye a los estanques mediante gravedad usando canales o tuberías.

DESAGÜES

Diseñar un sistema de drenaje requiere conocer de antemano donde se volcarán las aguas desechadas del cultivo. Previo a la instalación de la piscicultura se deberá revisar la legislación municipal, y provincial si corresponde, para determinar cómo será la evacuación y fundamentalmente donde.

Las aguas provenientes de los cultivos acuícolas pueden ser utilizadas para el riego de vegetales, estas aguas contienen nutrientes que pueden ser aprovechados por las plantaciones de verduras o árboles, situación similar a la de los cultivos acuapónicos.

En los casos que se vuelquen a ríos, arroyos, lagunas se deberá analizar la legislación del lugar.



Esquema3: Mediante el corte longitudinal se muestran los distintos componentes de un estanque en la entrada de agua y el desagüe. Fuente: G. Dapello - DNA.



OTROS TIPOS DE ESTANQUES

Estanques en geomembranas

Los estanques de geomembrana requieren de una estructura soporte la cual es recubierta por una membrana impermeable de polietileno de alta densidad (HDPE); y de esta forma se aíslan los cultivos de posibles contaminaciones del suelo y filtraciones.

Estos estanques ofrecen como ventaja un mejor control del ambiente sobre la calidad del agua y la temperatura, reducción de las contaminaciones al impedir el contacto entre el agua y el suelo, y eficiencia hídrica al no requerir el reabastecimiento constante.

Como mantenimiento requieren inspecciones para detectar de manera precoz las perforaciones o rasgaduras.

Estos contenedores son ideales para proyectos de acuicultura intensiva, y si bien requieren de una gran inversión inicial y un mantenimiento cuidadoso, ofrecen beneficios a largo plazo.

Estanques en hormigón

Son otra opción cuando se busca durabilidad. Resistentes, soportan condiciones ambientales adversas, permiten control de la calidad de agua y resultan estancos evitando contaminaciones ambientales.

Otras ventajas son la prolongada vida útil, la diversidad de formas y tamaños que se les pueden dar para adaptarse a sus requerimientos y su fácil mantenimiento. Como desventaja presentan la absorción y retención del calor por parte del concreto, que podría afectar al agua en climas cálidos.

Si bien estas estructuras resultan costosas, la inversión inicial se amortigua con el tiempo por su durabilidad, su escaso mantenimiento y su versatilidad.

Tanques Australianos

Los tanques australianos, se construyen con láminas metálicas, generalmente zinc o aluminio, por su resistencia a la corrosión resultando duraderos para el ambiente acuático. Al ser de fácil ensamble y desarme resultan ideales para instalaciones temporales o como soluciones de emergencia.

Al igual que las propuestas anteriores son más costosas que los estanques en tierra, pero constituyen una solución rápida y duradera.

Estanques de Fibra de Vidrio y Plástico

Son utilizados generalmente en los sistemas de recirculación de agua (RAS) y en emprendimientos pequeños o de investigación.

Livianos y fáciles de transportar, al ser de un material sencillo de limpiar reducen los riesgos de enfermedades y permiten un buen control de la calidad de agua y



de otros parámetros, todo ello en beneficio sanitario del cultivo. Más costosos que otras opciones y de menor durabilidad resultan adecuados para trabajos de investigación, emprendimientos de pequeña escala, acuarismo, pero de uso limitado en grandes proyectos.



Foto 7: Estanques de lona con estructura metálica en el CENADAC. En este caso en lugar de geomembrana se utilizó lona del tipo que se utiliza para las piletas de natación. Fuente: G. Dapello – DNA.



Foto 8: Estanques en fibra de vidrio en el CENADAC. Fuente: G. Dapello – DNA.



BIBLIOGRAFÍA

Akifumi Ono, E. A. y Kubitza F. 2002. CONSTRUCCION DE ESTANQUES Y DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA EL CULTIVO DE PECES. Parte 1 – Planificación, selección de sitio, fuentes de agua, demanda hídrica y propiedad de los suelos. Extraído de Panorama da Acuicultura vol. 12, N° 72, 2002 y adaptado a condiciones argentinas, por la Dirección de Acuicultura.

Akifumi Ono, E. A. y Kubitza F. 2002. CONSTRUCCION DE ESTANQUES Y DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA EL CULTIVO DE PECES. Parte 2. Extraído de Panorama da Acuicultura, Vol.12, n° 73, sept/oct, 2002 y adaptado a condiciones argentinas, por la Dirección de Acuicultura.

Akifumi Ono E., Campos J., Kubitza F., 2002. CONSTRUCCION DE ESTANQUES Y DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA EL CULTIVO DE PECES. Parte 3. Extraído de Panorama da Aquicultura: Vol. 12, N° 74 – Nov/Dic, 2002 y adaptado a condiciones argentinas, por la Dirección de Acuicultura.

Akifumi Ono, E. A. y Kubitza F. 2003. CONSTRUCCION DE ESTANQUES Y DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA EL CULTIVO DE PECES. Parte 4. Extraído de Panorama da Acuicultura, enero / febrero 2003-05-15. vol. 13 n° 75 y adaptado a condiciones argentinas, por la Dirección de Acuicultura.

MANUAL BÁSICO DE PISCICULTURA EN ESTANQUES / Uruguay. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Departamento de Acuicultura. Montevideo: MGAP-DINARA-FAO, 2010. 50 p.

Tkachuk J. J. 2007, CONSTRUCCIÓN PARA CRIAR PECES EN PEQUEÑOS ESTANQUES.
https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/92-estanques.pdf

Páginas web consultadas

https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s06.htm

https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/Index.htm

<https://bioaquafloc.com/tipos-de-estanques-para-acuicultura-2/>





**Ministerio
de Economía**
República Argentina

**Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca**