

INFORME DE PREFACTIBILIDAD PREDIO FUENTE DE ORO

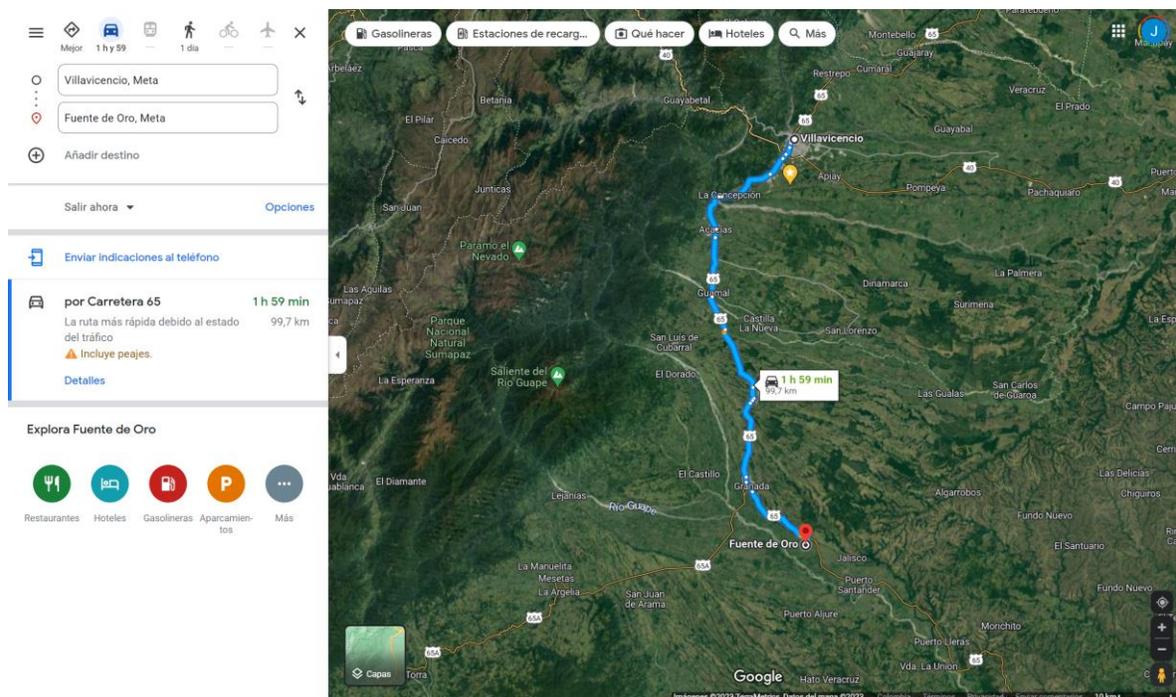
El presente informe pretende revisar las condiciones productivas del predio denominado XXXXX, propiedad (o en administración) de la SAE en el municipio de Fuente de Oro, departamento del Meta, sobre el cual ECOMUN realizó gestiones para su usufructo en alquiler para desarrollar la unidad productiva piscícola del nodo oriente por un periodo mínimo de 5 años.

UBICACIÓN:

El predio se encuentra localizado a aproximadamente 100 km, casi dos horas en vehículo de la ciudad de Villavicencio, Meta, con vías en buen estado hasta Fuente de Oro, y en regular estado desde ahí hasta la granja.

Imagen 1

Ruta Predio - Villavicencio



ÁREA:

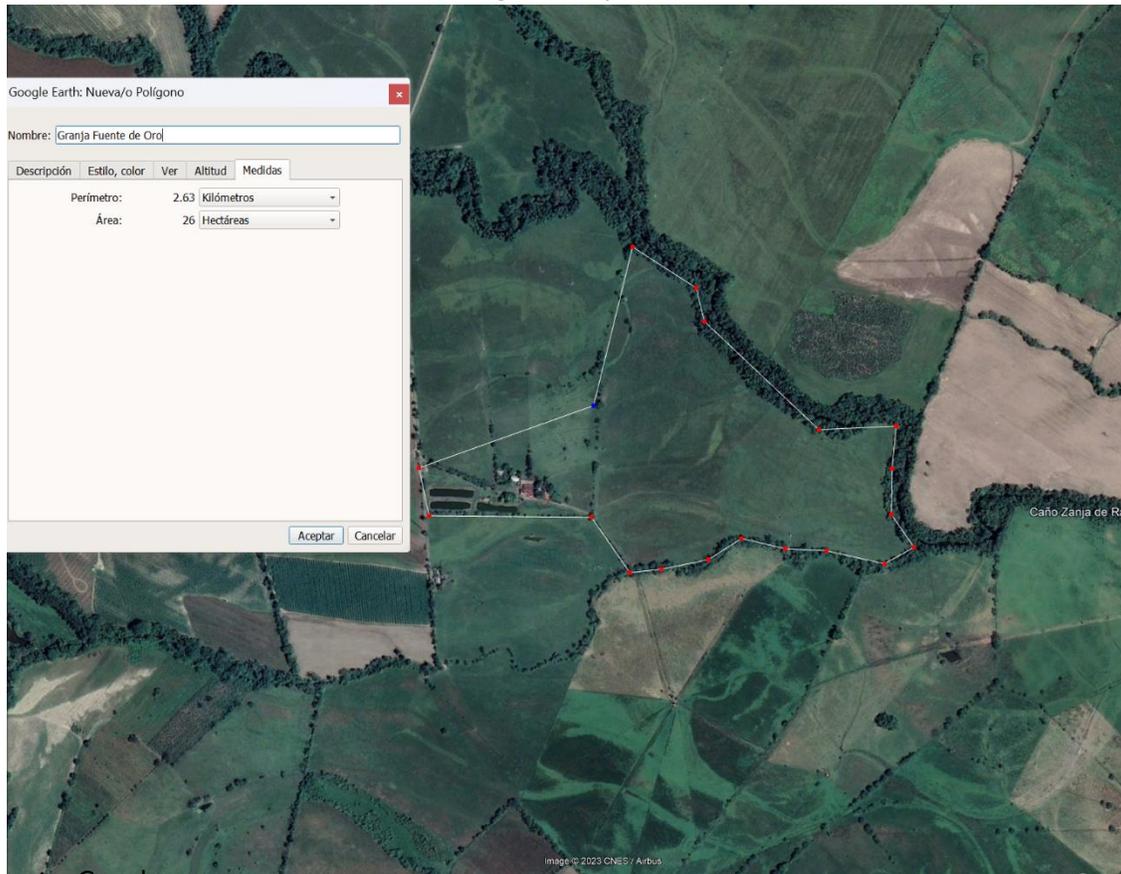
El predio presentado en la visita se enmarca en un terreno de alrededor de 26 hectáreas (definido por mapa satelital), sin embargo, la funcionaria de la SAE mencionó que cuenta con alrededor de 40 hectáreas de extensión.

cuenta además con vivienda propia, corral para manejo de ganado, 3 lagos usados para levante y engorde de cachama, de aproximadamente 400 m2 cada uno, en el caso del proyecto se debe

revisar la pertinencia del uso puesto que se encuentran muy alejados de la fuente de agua, podrían funcionar como cuarentena de ingreso de animales o cultivos anexos de la organización (como cachama en épocas de invierno), y luz eléctrica monofásica.

Imagen 2

Polígono del predio



Fuente: Google maps.

Imagenes 3 y 4 (estanques 1, 2 y 3 existentes)



Imágenes 5 y 6 (fuente de agua XXXX y lagos X y U)



ENERGÍA ELÉCTRICA:

La granja cuenta con energía monofásica rural hasta la casa, pasando por todo el borde de la vía, sin embargo, es necesario determinar desde donde se podría tomar dicha electricidad de forma trifásica para generar una mayor eficiencia en el uso de equipos, desde un punto próximo de toma visto en primera medida se tendría 1,6km de conexión requerida para toma trifásica (Información por verificar y cotejar con la empresa electrificadora).

Imagen 7 (ubicaciones líneas de tensión media y alta en referencia al predio)



Dada la zona de ubicación del predio y su potencial solar, se sugiere desde ya evaluar el uso de energía fotovoltaica mezclada con red eléctrica y respaldada con planta eléctrica, para que se puedan disminuir los costes de producción.

Lo anterior en el marco del principio que si se usa una menor cantidad de agua se requerirán equipos para tratamiento de aguas o mejora de condiciones de las mismas para que se pueda dar un cultivo saludable y rentable, y por la disponibilidad de agua en el predio se estima un sistema productivo IPSR, como más adelante se describe.

AGUA

El agua disponible para el proyecto proviene del caño Zanja de la Raya, que atraviesa todo el margen norte del predio, que presenta una fuente considerable para el proyecto, sin embargo, se considera que uno de los limitantes del predio puede ser la cantidad del mismo en los tiempos en que se requiera para aumento de la producción, es por esto que se deben usar sistemas que propendan por el menor consumo de agua posible. (¿distancia de la fuente de agua al predio?)

Imagen 8 (ubicaciones del predio en referencia al predio)



INVENTARIO DE BIENES DE LA GRANJA.

En la visita se identifica una vivienda en buen estado, corral para manejo de ganado y cercas perimetrales y (. Cuenta con servicios públicos como acueducto (veredal o lo que sea) alcantarillado (si lo hay), energía eléctrica, en el predio hay señan de buena potencia de telefonía celular 3 o 4 G (si aplica).

MANEJO DE ESTANQUES, TRASLADOS Y PROYECCIONES

Teniendo en cuenta el manejo esperado y las condiciones medio ambientales se sugiere el uso de un sistema intensivo, como es el sistema IPRS (In Pond Raceway System por sus siglas en ingles), donde únicamente se requiere agua para el llenado del estanque y mantenimiento de niveles de agua por evaporación e infiltración.

De esta manera se propone un área de engorde con alrededor de 3 estanques, 1 estanque reservorio y un estanque de tratamiento de aguas (oxidación), las áreas son dadas en apartados posteriores.

Imagen 9 (diagrama sobre foto satelital de lagos proyectados, laguna de oxidación y reservorio)



*Zona Azul estanques de engorde IPRS, zona verde para área de levantes y larvaje, zona blanca como reservorio de agua y zona roja como laguna de tratamiento de aguas y/o oxidación.

De acuerdo al cálculo anterior se esperan las siguientes áreas:

Reservorio: 2.8 hectáreas aproximadamente 2 a 3 metros de profundidad.

Área para levantes y larvaje: 1.6-2 hectáreas.

Lagunas de engorde (11 ha de espejo de agua para engorde aproximadamente, en sistema IPRS):

- 1: 3.8 hectáreas, estimada 3 metros de profundidad, promedio 114.000m³ de capacidad.
- 2: 3.5 hectáreas, estimado 3 metros de profundidad, promedio 105.000m³ de capacidad.
- 3: 2.7 hectáreas, estimado 3 metros de profundidad, promedio 81.000 m³ de capacidad.

Oxidación: 1.5 0,5 hectáreas, deberá guardar una relación de 10% de espejo de agua estimado para garantizar el tiempo de retención y espejo de agua estimado para el mismo.

De acuerdo a la cotización adjunta de costo en canales de IPRS, se estima que la inversión esperada en construcción de los mismos para el lago 1 (8 canales en total) ronda los 1.300 millones en infraestructura, los cuales son discriminados en apartados posteriores, a estas inversiones se deben

adicionar las necesarias en el tema eléctrico para la acometida en el predio y los elementos de producción que no están especificados en la misma, como el movimiento de tierras para los estanques, bodegas, equipos, planta eléctrica, planta de eviscerado (en caso de construirse).

Se esperaría tener una primera etapa de larvaje y alevinaje, donde se produzcan peces levantados hasta los 40-60 gramos y sean trasladados a las celdas de engorde hasta lograr los pesos esperados comercialmente (400-420 gramos promedio).

Larvaje y levante:

Se tienen dos posibilidades para el sistema.

- En primera medida realizar estanques excavados o semi excavados con entrada y salida de agua, que permitan mantener las condiciones de calidad adecuadas, con malla anti pájaro, personal y equipos exclusivos para el área de manejo.
- En segunda medida, realizar sistemas intensivos o semi intensivos en estanques excavados o tipo australiano, que permitan controlar parámetros de calidad de agua, con sistemas que generen las condiciones ideales de manejo y crecimiento para los peces, en este caso se sugiere un sistema RAS de baja complejidad que permita manejar cargas adecuadas para el proyecto y las celdas a proveer de manera mensual.

Para cualquiera de los dos escenarios se requiere en primera medida la provisión de no menos de 85.000 peces mensuales de 40-60 gramos (para alimentar 2 celdas), es decir que, si se tiene una mortalidad media de 20% en esta etapa, se deberán sembrar a los lagos de levante al menos 102.000 alevinos al mes, en caso de que se realice levante de larvas (que se considera pertinente) se deberán sembrar 250.000 larvas en promedio mensualmente.

La propuesta tecnológica del proyecto está basada en la implementación de un sistema productivo intensivo con tecnología RAS (Sistemas de Recirculación Acuícola por sus siglas en inglés), el cual se basa en una forma de producción ecológica para el cultivo de peces. A diferencia del método tradicional de cultivo de peces en tanques abiertos al aire libre, las celdas o jaulas de red o tanques, permiten la cría de peces en altas densidades, dentro de un ambiente de crianza controlable, siempre y cuando se mantengan constantes las variables de cultivo y diseño. Los filtros de los sistemas de recirculación limpian el agua y la reciclan, enviándola nuevamente a los espacios de cultivo de peces, se debe añadir agua nueva a los tanques para compensar la pérdida de agua producto de las salpicaduras, la evaporación y para reemplazar la que se utiliza para eliminar los materiales de desecho, en algunos casos recambios estándar para ser degradados en lagunas de oxidación o sedimentación anexas.

Teniendo en cuenta lo mencionado por FAO (2015), un sistema de recirculación acuícola se compone de tanque de peces, filtración mecánica, biofiltro, desgasificación, enriquecimiento de oxígeno y desinfección por UV, a continuación, se realizarán una serie de cálculos que son requeridos para cada uno de estos componentes, esto con el fin de poder adecuarse a un diseño preliminar que se adecua a los parámetros establecidos en este proyecto.

Imagen 10 XXXX



Los diseños RAS cuentan con varias tecnologías de proceso, los cuales trabajan en conjunto para garantizar una mínima pérdida de agua, aumentar sobrevivencias y mejorar el rendimiento de los terrenos usados para acuicultura; estos procesos limpian y reciclan el agua de los tanques de peces constantemente.

Imagen 11 XXXXX

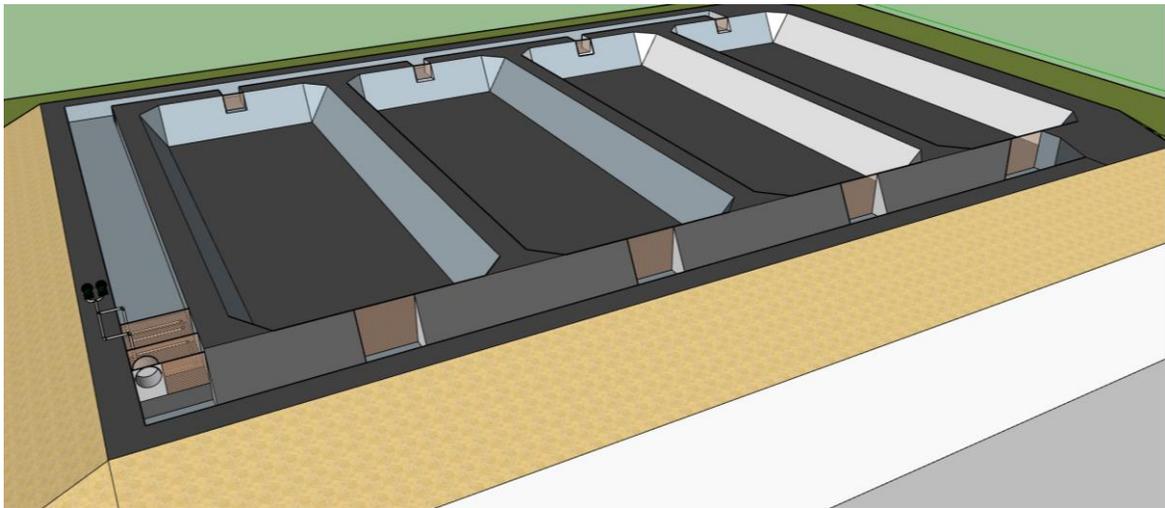


Ilustración 1 Diseño sistema de Levante sistema RAS - Esquema de Autor

Las unidades productivas de cultivo con RAS implican el uso de equipos para remover y almacenar de manera segura los residuos, garantizar la limpieza, reutilizar el agua y mantener las condiciones de cría cerca del ambiente óptimo para las especies de peces que se cultivan, que para el caso de este proyecto es tilapia roja.

Se recomienda en todo caso que los niveles de oxígeno sean mejorados en todo momento en las zonas de cultivo mediante altos recambios de agua con saturación de este o mediante la adición del insumo mediante elementos mecánicos o químicos, en este caso aireadores tipo blower con

sistemas de difusión para los mismos en las áreas del cultivo, pre y post celdas de manutención de los peces.

En el sistema de levante se implementará en RAS en tanques de geomembrana que compartirán elementos como biofiltro, filtro de tambor, sedimentador radial, equipos de oxigenación – aireación (Blowers), con lo cual se asegurará la calidad de agua del sistema mismo, logrando mayores productividades sin generar riesgos sanitarios por acumulación de desechos. Este tipo de cultivo requiere un manejo preciso, estandarizado que logre los objetivos trazados.

Teniendo en cuenta la biología de la especie y la tabla de pesos en las diferentes etapas de producción en el esquema anterior se presenta la propuesta general del sistema que deberá ser tratada a lo largo del presente documento y aterrizada a cálculos y diseños generales con el fin de lograr la mayor eficiencia en el resultado y lograr los objetivos de producción y costos de los mismos; Siendo así se proponen cinco (5) estanques en total: 4 estanques para sistema de levante y un (1) estanque para el sistema de engorde (con 8 celdas de cultivo dentro del mismo); de acuerdo a los datos recolectados durante la revisión bibliográfica se espera que el crecimiento estimado para los diferentes días se dé de la siguiente manera:

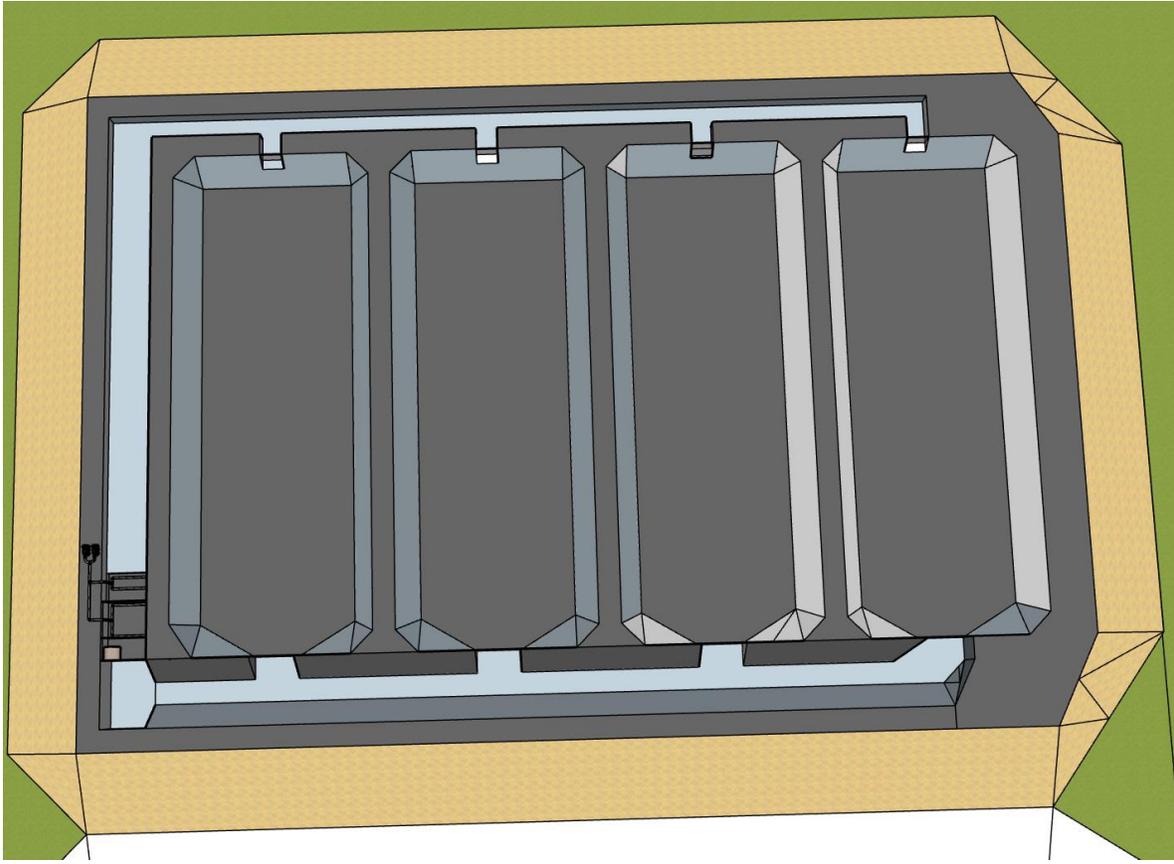
Tabla 1 Pesos estimados vs días de cultivo para Tilapia Roja (Oreochromis spp)

Días	0	30	60	90	120	150	180
Peso final en tanque	1,5gr	20,0 gr	50,0 gr	100,0 gr	200,0 gr	320,0 gr	420,0 gr

*gr (gramos)

Con los pesos anteriores y los días de cultivo más los tanques y celdas de cultivo se espera que se cumpla el siguiente esquema de pesos y biomásas por cada unidad de cultivo (en un mes de ocupación completo del sistema):

Estanques	Levantes 1	Levantes 2	Celda 1-2	Celda 3-4	Celda 5-6	Celda 7-8
M3 por lago	400 m3	400 m2	500 m3	500 m3	500 m3	500 m3
Días	30	60	90	120	150	180
Peso final etapa	15,0 gr	50,0 gr	100,0 gr	200,0 gr	320,0 gr	420,0 gr
Biomasa Total	1125 kg	3750 kg	7500 kg	15000 kg	24000 kg	31500 kg
Carga por m3	2,8 kg	9,4 kg	15,0 kg	30,0 kg	48,0 kg	63,0 kg

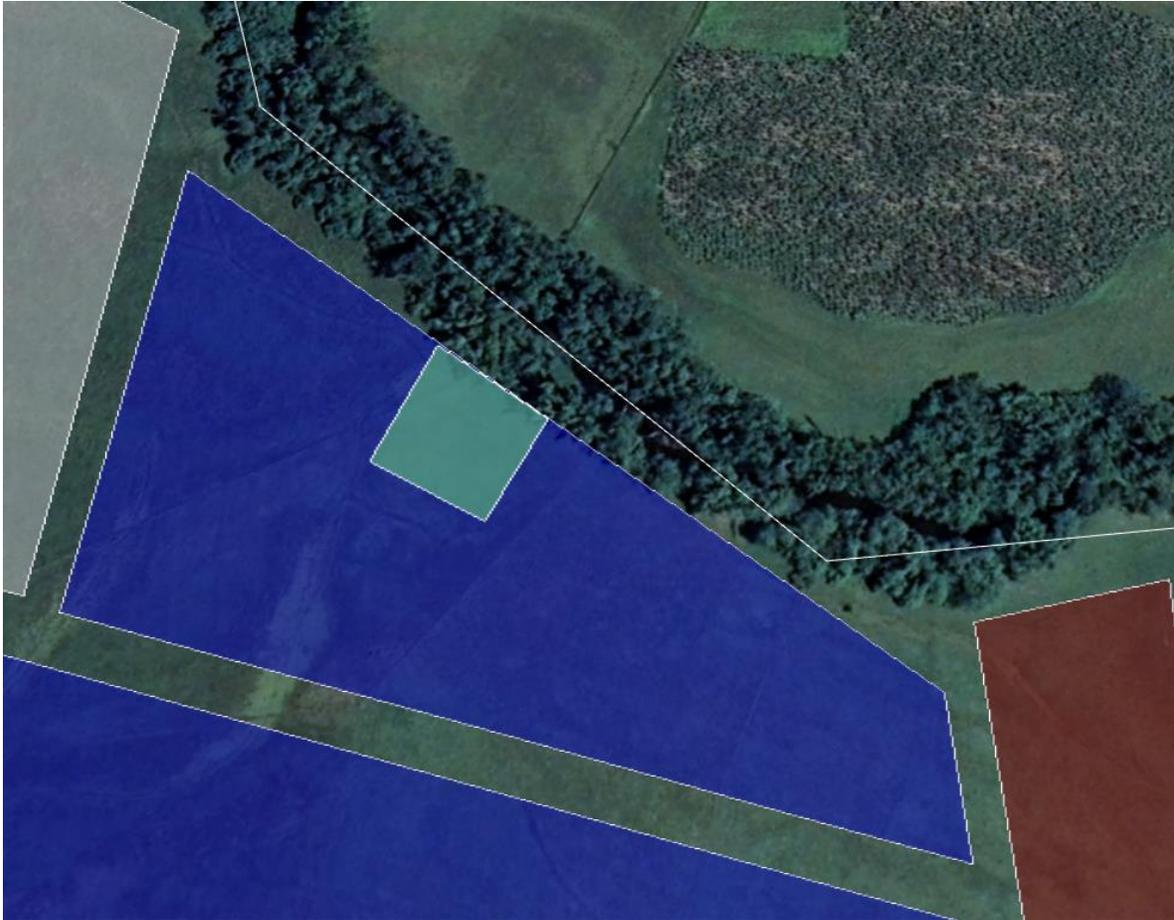


Espacio para levantes, 4 lagos, un espacio total de 60 metros de largo x 40 metros de ancho, con lagos de iguales medidas (9 metros de ancho x 25 metros de largo x 1,8 metros de profundidad, 337 m³ aproximadamente de volumen útil), para mejorar el control de calidad de agua y evitar vectores de enfermedades se sugiere un recubrimiento con geomembrana en esta sección del proyecto y además malla anti pájaro para el área completa (2.400m²).

El estimado por lago en geomembrana son 350 m², se sugiere HPDE 40 mills.

Área de Engorde:

Imagen 12 XXX



El sistema para usar en el engorde es de recirculación acuícola “RAS” con variación IPRS (In Pond Raceway System por sus siglas en ingles), que consiste en la instalación de una batería de celdas rectangulares de geomembrana con paredes en rejilla en sus dos extremos que permite circulación constante de agua, al interior de un estanque en tierra, con el fin de mantener un cuerpo de agua semi extensivo, con un confinamiento de la biomasa en sistema intensivo. Se debe garantizar un flujo circular constante del agua en el estanque, que permita a su vez, una recirculación constante a través de los tanques de geomembrana. A continuación, se enmarcan las principales ventajas del sistema:

- Sistema de depuración de agua de bajo riesgo para el cultivo.
- Mejor manejo de alimento.
- Mejores sobrevivencias.
- Focalización y optimización de mano de obra.
- Focalización y optimización de requerimientos eléctricos.
- Focalización de alimentación.
- Fácil establecimiento de automatización de la producción.
- Ciclo productivo continuo a lo largo del año.
- Mayor carga por unidad de área.

- Sistema intensivo con uso de estructura de sistemas extensivos.
- Reuso del agua, sin recambios.

Este sistema es desarrollado en la Universidad de Auburn, USA, así mismo parte desde la base de los sistemas descritos por Lazur & Britt (SRAC, 1997); basados en sistemas de recirculación de agua dentro de estanques; variantes de este sistema han sido descritos por Brune et al. (2004) y diversos autores alrededor del mundo. Sin embargo, el presente diseño parte de la base del sistema IPRS creado por la universidad de Auburn y por lo tanto los parámetros de diseño se basan en el mismo, los cuales son descritos en un apartado más adelante en este documento.

Estos sistemas plantean la eficiencia de los estanques de tierra teniendo en cuenta los componentes que se requieren para tener un sistema de recirculación adecuado, tales como:

- Sistema de manejo de sólidos (Cajas de secado y sistema de sedimentación y retiro de sólidos).
- Sistema de oxigenación – Aireación.
- Filtro – Manejo de nitrogenados.
- Celdas de peces.

Esta combinación de sistemas permite tener las bondades de un sistema de recirculación cerrado más las bondades de costos de un sistema de estanque en tierra (Brune et al. 2004); mejores tasas de oxígeno a partir de aparatos mecánicos son requeridas en este tipo de sistemas, debido a que se realiza a su vez una producción del mismo por las algas presentes en los estanques, así mismo como biofiltro actúan los microorganismos naturales en el estanque (Algas, bacterias, etc.); es de vital importancia en estos sistemas realizar el retiro de sólidos provenientes de las celdas de cultivo (Arana, 2020); así mismo como recomendación general se propone el control de algas que provoquen Off-Flavor, muy recurrente en sistemas de recirculación, mediante biorremediación o la aplicación de enmiendas en el agua que permitan la proliferación de microorganismos benéficos para el sistema y cultivo en general.

Para el caso del diseño se deben acatar las especificaciones del diseño realizadas por la Universidad de Auburn (USA), en este sentido los parámetros **dados por la Universidad de Auburn** son los siguientes:

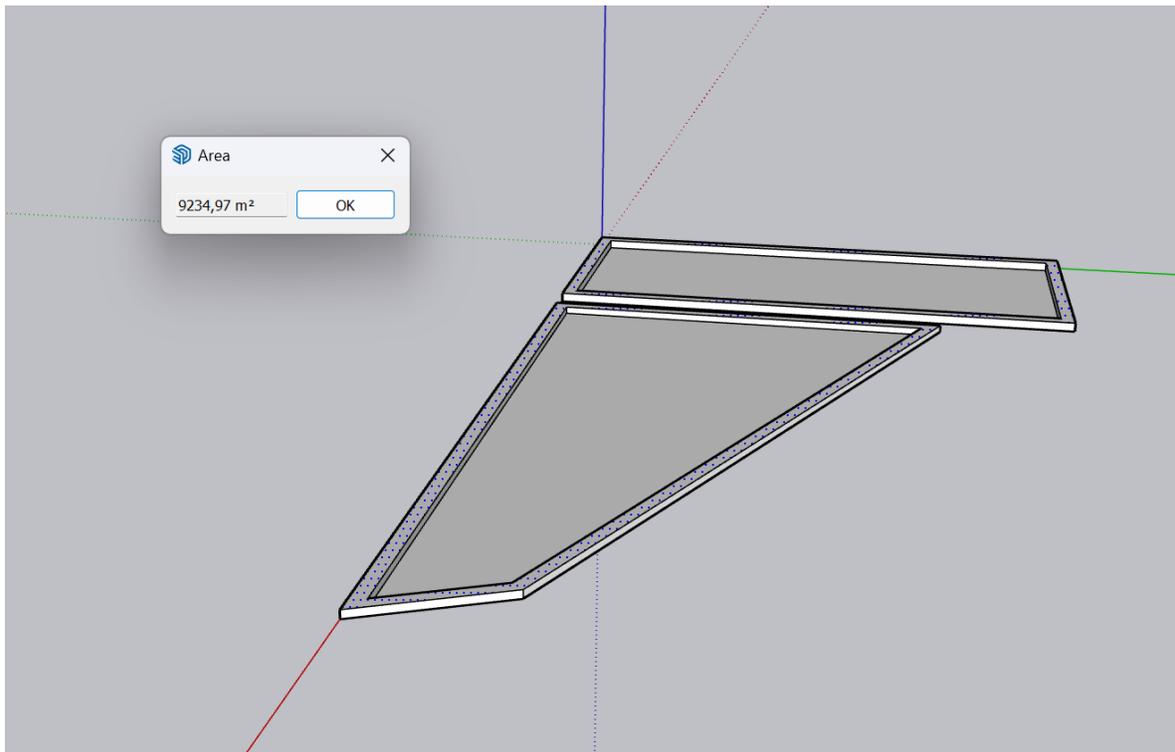
- Carga máxima: 70 kg / m³ en celdas.
- Tamaño de celdas: 25 metros de largo x 5 metros de ancho x 2,5 metros de profundo (2,3 mts de profundidad útil).
- Cantidad de alevinos a sembrar: 85.000 peces.
- Cantidad de peces a cosechar: 75.000
- Peso de cosecha por pez: 420 gramos.
- Biomasa cosechada (Cantidad de peces a cosechar * peso de cosecha): 31500 kilogramos peso vivo.
- Retiro de sólidos: 4-6 veces al día.
- Estimado de energía: 5 hp x cada celda (60 m³ de aire por hora).
- Estimada de energía: 5 hp x 14.628 kilogramos de biomasa.

- Carga de Biomasa por m³ de agua fuera de celdas: 1,4 kgs.

Inversión estimada de construcción del sistema

Los siguientes cálculos son basados en una estimación de costo y movimientos de terreno, los cuales deben ser profundizados, verificados y establecidos a un costo final con el equipo profesional adecuado, los cuales determinaran costos de zona y requerimientos finales a los que se tenga lugar, sin embargo, en el marco del presente ejercicio se pretenden generar unas bases de inversión que consideren la pre factibilidad del predio productivo.

Se plantea la construcción de los lagos de engorde 1 y estanque reservorio, en la gráfica siguiente se puede observar que el área estimada de taludes es de 9.234 m², y teniendo en cuenta una profundidad promedio de 3 metros en ambos lagos, se puede estimar un movimiento de relleno para taludes de 27.702m³, sin embargo, se sugiere realizar un modelo de estanques semi excavado, lo que permitirá usar una menor cantidad de tierra para la construcción de los taludes.



Con lo anterior se puede definir un área de descapote de aproximadamente 3 hectáreas para el reservorio y 4 hectáreas para el lago de engorde 1. Para un total de 70.000m² de descapote.

Dada la cotización por la empresa IPRS de Colombia, se tiene un costo estimado de \$ 100.000.000 por celda construida, para el presente proyecto se requieren 8 celdas, para un total de \$800.000.000, de acuerdo a lo entregado cada celda estaría compuesta por:

- Sistema de aireación, compuesto por:
 - Blower de 2 HP
 - Sistema de conducción de aire
 - Deflectores con estructura metálica y techo de geomembrana
 - Parrillas difusoras
 - Cable encauchetado calibre 12.
- Construcción de RaceWays, en estructura de hormigón armado (concreto) y mampostería en bloque de arcilla. Pasarelas de 0.90 m de ancho elaboradas en hormigón con pasamanos de seguridad.
- Cuarto de máquinas, que comprende piso, columnas, vigas y techo.
- Estructura para malla pajarera
- Juegos de compuertas en malla tejida con sus respectivos rieles y estructura de hierro.
- Construcción de muro bafle, elaborado con tubo galvanizado y geomembrana.
- Sistema de pesca completo en Viga IPE y motores eléctricos para cada RaceWays
- Sistema para extracción de heces por bombeo. Electrobomba con su respectivo cable, tubería y estructura metalmecánica para cumplimiento del sistema.
- Construcción de sistema RaceWays completos.
- Sistema de aireación flotante, compuesto por:
 - Blower de 2 HP
 - Sistema de conducción de aire
 - Deflectores con estructura metálica y techo de geomembrana
 - Parrillas difusoras
 - Cable encauchetado calibre 12.

Adicional a lo anterior se requiere de un sistema de captación de agua, dado que solo se requiere el lleno de agua del sistema y posteriormente la cantidad de agua que se requiera por evaporación y filtración se sugiere un caudal de

Teniendo en cuenta los requerimientos de instalaciones y que el predio ya cuenta con vivienda, bodega y algunos elementos que se podrían utilizar a grandes rasgos las inversiones se generarían de la siguiente manera:

	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
ENGORDE			
Descapote	70000	\$ 2.347	\$ 164.290.000
Relleno	27702	\$ 3.450	\$ 95.571.900
Corte	27702	\$ 3.391	\$ 93.937.482
IPRS Construidos	8	\$ 100.000.000	\$ 800.000.000
Sistema eléctrico de media	1	\$ 200.000.000	\$ 200.000.000
LEVANTE			
Descapote	2400	\$ 2.347	\$ 5.632.800

	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Relleno	1200	\$ 3.450	\$ 4.140.000
Corte	1620	\$ 3.391	\$ 5.493.420
Geomembrana	1400	\$ 50.000	\$ 70.000.000
Equipos	1	\$ 100.000.000	\$ 100.000.000
			\$ -
			\$ 1.539.065.602

Alimentación por lote sembrado:

	Mes 1				Mes 2	Mes 3		Mes 4	Mes 5	Mes 6
	Peso inicial	45% harina	45% Extruder	38% extruder	38% extruder	38% extruder	32% Extruder	24% extruder	24% extruder	24% extruder
Peso inicial etapa	1,5 gr	5 gr	10 gr	20 gr	50 gr	60 gr	100 gr	200 gr	320 gr	420 gr
Ganancia de peso		3,5 gr	5 gr	10 gr	30 gr	10 gr	40 gr	100 gr	120 gr	100 gr
Biomasa Ganada		263	375	750	2.250	750	3.000	7.500	9.000	7.500
Conversión/Alimento	1,4	354	506	1.013	3.038	1.013	4.050	10.125	12.150	10.125
Costo por Alimento etapa		\$ 1.793.448	\$ 2.679.240	\$ 4.441.989	\$ 13.325.968	\$ 4.441.989	\$ 16.039.013	\$ 31.973.738	\$ 38.368.485	\$ 31.973.738
Costo mes		\$ 8.914.676			\$ 13.325.968	\$ 20.481.002		\$ 31.973.738	\$ 38.368.485	\$ 31.973.738
Costo total	\$ 145.037.606									





CONCLUSIONES

Dado el ejercicio comercial, a partir del mes 10 se podría llegar a tener un excedente (ganancias) aproximado de \$72.207.216 toda vez que se respeten los criterios técnicos y de manejo del sistema.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de un sistema productivo IPRS.

Se recomienda utilizar energías alternativas para disminuir el costo productivo.

Javier Piñeros Roldan
Director Técnico ECOMUN