

**PRIMERA ETAPA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PISCICULTURA
COMO UNA ALTERNATIVA PARA GARANTIZAR SEGURIDAD ALIMENTARIA
Y GENERACIÓN DE INGRESOS EN EL RESGUARDO DE MAYASQUER,
MUNICIPIO DE CUMBAL, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

JOHN EDDER HERNÁNDEZ QUIRÓZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO – COLOMBIA
2011**

**PRIMERA ETAPA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PISCICULTURA
COMO UNA ALTERNATIVA PARA GARANTIZAR SEGURIDAD ALIMENTARIA
Y GENERACIÓN DE INGRESOS EN EL RESGUARDO DE MAYASQUER,
MUNICIPIO DE CUMBAL, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

JOHN EDDER HERNÁNDEZ QUIRÓZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero en Producción Acuícola**

Asesora:

**ROSA BERTHA CAÑAL CAÑAL
Ingeniera Agrónoma
Ingeniera en Producción Acuícola**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO – COLOMBIA
2011**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas, conceptos, comentarios y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

ROSA BERTHA CAÑAL CAÑAL

Ingeniera Agrónoma
Ingeniera en Producción Acuícola.
PRESIDENTE

RUTH DAYANA LUCERO SALCEDO

Ingeniera en Producción Acuícola. Msc
JURADO

IVAN ANDRES SANCHEZ ORTIZ

Ingeniero civil. Msc.
JURADO

San Juan de Pasto, Octubre de 2011

DEDICO A:

DORIS GRACIELA QUIROZ JIMENES y EDILBERTO ENRRIQUE HERNANDEZ BENAVIDES, Madre y Padre valiosos que han sido para mí un apoyo incondicional para que esta semilla de conocimiento pueda generar frutos por si sola.

AGRADECIMIENTOS

Expreso agradecimientos a:

JAVIER ANDRES CUAICAL ALPALA	Secretario de Agricultura y Medio Ambiente Departamental
ROSA BERTHA CAÑAL CAÑAL	Ingeniera Agrónoma Ingeniera en Producción Acuícola
JORGE NELSON LOPEZ MACIAS	Director Programa de Ingeniería en Producción Acuícola
WILMER RENE SANGUINO ORTIZ	Ingeniero en Producción Acuícola
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Secretario Facultad de Ciencias Pecuarias
LUCY PIEDAD MEJÍA	Secretaria Departamento de Recursos Hidrobiológicos
ALVARO CUAICAL QUILISMAL	Representante Legal Asociación de Piscicultores Agropecuarios Ambiental.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTAL.

ASOCIACION DE PISCICULTORES AGROPECUARIOS AMBIENTAL.

VEREDA GUAPA RESGUARDO INDIGENA DE MAYASQUER MUNICIPIO DE CUMBAL

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 IMPORTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA	21
4.1.1 Capacidad de carga de los estanques	21
4.1.2 Tipos de captaciones.	22
4.1.3 Canales abiertos	22
4.2 GENERALIDADES DE LA TRUCHA ARCOIRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	22
4.2.1 Clasificación taxonómica:	23
4.2.2 Parámetros de cultivo	23
4.2.2.1 Temperatura	23
4.2.2.2 Oxígeno disuelt	24
4.2.2.3 Potencial hidrógeno pH	24
4.2.2.4 Materias en suspensión	24
4.2.2.5 Compuestos nitrogenados	24
4.2.2.6 Cloro y cloruros.	24
4.2.2.7 Sulfatos	24
4.2.2.8 Fosfatos.	24
4.2.2.9 Dióxido de carbono	24
4.2.2.10 Dureza.	25
4.2.3 Fases de cultivo	25
4.3 FUENTE HÍDRICA	27
4.3.1 Microcuenca Mayasquer	27

4.4	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	28
5.	METODOLOGÍA	29
5.1	LOCALIZACIÓN.....	29
5.2	DIAGNÓSTICO DE CAMPO	31
5.2.1	Visita de campo.....	31
5.2.2	Inspección de campo	31
5.2.3	Recurso hídrico	31
5.2.4	Diseño de la estación piscícola.	31
5.2.5	Construcción de Infraestructura	32
5.2.6	Plan de manejo técnico.	32
5.2.7	Estudio social	32
5.2.8	Estudio económico	33
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
6.1	POBLACIÓN BENEFICIADA	34
6.2	VISITA DE CAMPO.....	35
6.2.1	Reunión con asociados	35
6.2.2	Inspección de campo	36
6.2.3	Cantidad de agua:	36
6.2.4	Calidad de agua.	37
6.2.5	Tipo de suelo.....	38
6.3	DISEÑO DE LA ESTACIÓN.....	38
6.4	CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO	39
6.4.1	Bocatoma.....	39
6.4.2	Canal de Conducción.....	41
6.4.3	Desarenador	41
6.4.4	Concreto Utilizado en la construcción de la Bocatoma	43
6.4.5	Acero de refuerzo flejado 60000 PSI, 420 MPa	44
6.4.6	Recintos acuícolas	44
6.4.7	Cambio de tuberías.....	45

6.5	PLAN DE MANEJO.....	46
6.5.1	Calidad del agua	47
6.5.2	Cantidad de agua.....	47
6.5.3	Elección de la especie.	48
6.5.4	Adquisición de alevinos.....	48
6.5.5	Siembra y aclimatación.	49
6.5.6	Densidades de siembra.....	49
6.5.7	Producción.	50
6.5.8	Alimentación y nutrición.	50
6.5.8.1	Manejo del concentrado.....	51
6.5.9	Profilaxis.....	52
6.5.10	Disposición de desechos.....	52
6.5.11	Manejo pos-cosecha y comercialización.....	52
6.5.12	Análisis financiero	55
6.6	ESTRATÉGIA DE PROMOCIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO PISCÍCOLA Y DE LA REGIÓN.	57
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
7.1	CONCLUSIONES	58
7.2	RECOMENDACIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA	60
	NETGRAFIA.....	61
	ANEXOS	62

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos del agua para cultivo de Trucha Arcoíris.	25
Tabla 2. Densidad de siembra para la fase de Pre – cría.....	26
Tabla 3. Densidad de siembra para la fase de levante.	26
Tabla 4. Densidad de siembra para la fase de Ceba o finalización.....	27
Tabla 5. Población a beneficiar.	35
Tabla 6. Costos de producción para el cultivo de 1 tonelada de mensual de trucha arcoíris.....	55
Tabla 7. Costos fijos.....	55
Tabla 8. Costos variables.....	56
Tabla 9. Relación Ingreso mensual.....	56
Tabla 10. Flujo de caja.....	56
Tabla 11. Indicadores de evaluación financiera.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa Departamento de Nariño	29
Figura 2. Mapa hidrográfico Municipio de Cumbal	30
Figura 3. Materiales y equipos de construcción.	32
Figura 4. Grupo Asociativo beneficiario.....	34
Figura 5. Grupo Asociativo beneficiario.....	35
Figura 6. Microcuenca Mayasquer.	36
Figura 7. Quebrada Guapa.....	37
Figura 8. Análisis de agua.....	38
Figura 9. Proceso de construcción Bocatoma lateral.	40
Figura 10. Estado final construcción Bocatoma lateral.....	40
Figura 11. Canal de conducción.....	42
Figura 12. Cámara de aliviamiento.....	43
Figura 13. Cilindros para prueba de resistencia.	43
Figura 14. Estado inicial de los estanques.	44
Figura 15. Medición y reestructuración.	45
Figura 16. Distribución de entrada y salida de agua.	46
Figura 17. Estado final de los estanques.	46
Figura 18. Aforo de caudal de entrada.	47
Figura 19. Semilla.	48
Figura 20. Alimento concentrado.....	51
Figura 21. Cosecha.	53
Figura 22. Lavado, eviscerado, prelavado, secado, pesaje y embalaje.	53
Figura 23. Proceso; escamado, secado, deshuesado y empaque.	54
Figura 24. Presentación del producto al vacío y en fresco.	54

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. MEDICIONES DE CAUDAL	63
Anexo B. ALGORITMO DE DISEÑO DE BOCATOMA LATERAL	65
Anexo C. ACTA DE OBRA PROYECTO “PRIMERA ETAPA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PISCICULTURA COMO UNA ALTERNATIVA PARA GARANTIZAR SEGURIDAD ALIMENTARIA Y GENERACIÓN DE INGRESOS EN EL RESGUARDO DE MAYASQUER, MUNICIPIO DE CUMBAL, DEPARTAMENTO DE NARIÑO”	66
Anexo D. ALGORITMO DE DISEÑO DESARENADOR CONVENCIONAL	67
Anexo E. PLAN DE MANEJO	71
Anexo F. CATÁLOGO PROMOCIONAL DE LA REGIÓN	72
Anexo G. PLANO GENERAL ESTACIÓN PISCÍCOLA, BOCATOMA Y DESARENADOR.....	73

GLOSARIO

ACLIMATACIÓN: Proceso de adaptación a diferencias de parámetros físicos y químicos.

ACUICULTURA: Técnica de cultivo de especies vegetales y animales, en el agua.

ALEVINOS: Peces muy jóvenes que han absorbido sus sacos vitelino y crecen hasta 3 cm.

BIOMASA: Masa total de seres vivos que subsisten en equilibrio en un determinado volumen de agua.

CAUDAL: Volumen de agua existente en una fuente.

DENSIDAD DE SIEMBRA: Cantidad de peces sembrados por metro cuadrado.

FILTRO: Malla u otro elemento que impide la entrada de partículas extrañas y animales ajenos al cultivo.

JUVENIL: Animal en crecimiento.

MATERIA ORGÁNICA: Material en estado de descomposición originado por compuestos orgánicos.

MUESTREO: Técnica empleada para evaluar las condiciones de un cultivo.

OXIGENO: Elemento químico gaseoso esencial en la respiración.

pH: Medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia líquida o sólida.

PISCICULTURA: Arte de cultivar peces en áreas controladas.

SEDIMENTO: Materia inorgánica que habiendo estado suspendida en un líquido se posa en el fondo.

SEMIINTENSIVO: Clasificación de la acuicultura caracterizada por realizarse en estanques construidos por el hombre, con escaso suministro de alimento balanceado, densidades de uno a cinco animales por metro cuadrado y mínimo recambio de agua.

TALUD: Pared con pendiente que separa un estanque de otro o que limita el área de éste.

TURBIDEZ: Apariencia opaca del agua por presencia de partículas en suspensión.

RESUMEN

El proyecto es una alternativa, que permite difundir una actividad con alta potencialidad de generación de ingresos y soberanía alimentaria, en el municipio de Cumbal, Vereda Guapa, Resguardo Indígena de Mayasquer, situado al Sur Occidente del Departamento de Nariño limitando con la República del Ecuador y en la Altiplanicie de Túquerres a Ipiales. En su primera etapa contempló el diseño, construcción de infraestructura piscícola, implementación de un plan de manejo productivo y elaboración de catálogo promocional de la región.

Para el diseño de la piscifactoría, se realizó una visita de reconocimiento de la zona, donde se analizó la topografía, estabilidad del suelo, área de terreno, localización de la fuente hídrica, caudal y calidad del recurso y sitio hacia donde se destinaría el uso del agua. Con esta información se diseñaron los planos para el montaje de la infraestructura de una piscifactoría que incluya Bocatoma, desarenador, canal de conducción, recintos acuícolas, tuberías para entrada y salida del agua y lagunas de oxidación. Se construyó la bocatoma tipo lateral, canales de conducción principal y secundario, se adecuaron 10 estanques, ampliando áreas, arreglo de taludes, modificación de entradas, salidas de agua y cambio de tuberías.

Se gestionó ante entidades competentes el apoyo en suministro de alevinos y concentrado, con lo cual se obtuvo recursos para la primera siembra, sembrándose 4.500 alevinos el primer mes, previendo una mortalidad de 7% para obtener una tonelada de trucha mensual, recomendando siembras escalonadas. Para evaluar el proyecto financieramente se utilizaron indicadores como costo beneficio, valor presente neto y rentabilidad, lo que permite el punto de equilibrio de producción para tener sostenibilidad económica.

Se implementó un plan de manejo teniendo en cuenta las condiciones ecológicas de la zona, la cultura de la gente, las normas vigentes para la implantación de cultivos piscícolas, calidad y cantidad de agua, densidades de siembra, conversión alimenticia, ajuste de dietas, utilización de registros sobre lotes sembrados, alimentación, aplicación de buenas prácticas de manejo tanto en post cosecha como en transformación.

Para dar a conocer el trabajo asociativo y cultural en torno a la piscicultura, se realizó un catálogo como estrategia de promoción y reconocimiento, como punto de partida para generar el interés de visitantes y de grupos con objetivos similares, que busquen alternativas productivas rentables.

ABSTRACT

The project is an alternative that allows the dissemination of an activity with high potential for income generation and food sovereignty, in the town of Cumbal, Vereda Guapa, Mayasquer Indian Reservation, located south west of the Department of Nariño bordering the Republic of Ecuador and the plateau of Túquerres to Ipiales. In its first stage involves the design, construction, fish farming infrastructure, implementation of a management plan production and development of the region's promotional leaflet.

For the design of the farm, we conducted a reconnaissance visit the area, which analyzed the topography, soil stability, land area, location of water source, flow and quality of the resource and place to where the use would be for water. With this information we designed the plans for the installation of the infrastructure of a farm that includes Intake, sand trap, raceway, aquaculture enclosures, and inlet and outlet pipes for water and oxidation ponds. He built the intake side type channels, main and secondary drive, 10 pounds were adapted, expanding areas under slope, changing inputs, and outputs and changing the water pipes.

He negotiated with relevant entities in providing support and focused fingerlings, which are obtained funds for the first planting, sowing the first month of 4500 fingerlings, anticipating 7% mortality for a ton of monthly trout, recommending staggered plantings. To evaluate the project financial indicators were used as cost benefit, net present value and profitability, which allow the balance point of production to have economic sustainability.

We implemented a management plan taking into account the ecological conditions of the area, the culture of the people, the regulations for the implementation of fish farming, quality and quantity of water, stocking densities, feed conversion, dietary adjustment, use planted lots of records, food, application of best management practices both as post-harvest processing.

To raise awareness of cultural associations and work around the fish, we performed a catalog as a strategy for promotion and recognition, as a starting point to generate interest from visitors and groups with similar goals, to seek profitable production alternatives.

INTRODUCCIÓN

Éste proyecto tiene como fin primordial la producción de Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), acogéndose como una alternativa de generación de empleo en la región, mejorando el componente social que garantice la seguridad y soberanía alimentaria, satisfaciendo las demandas del producto a nivel local y regional.

La propuesta es de gran importancia en esta región para dar solución a la baja nutrición de los habitantes de la zona quienes están propensos a enfermedades debido a la baja de defensas en el organismo. Una de las razones primordiales es la falta de una alimentación balanceada, que con mayor frecuencia se da en la población infantil limitando el desarrollo normal en las etapas de crecimiento; por tal razón se hace necesario apoyar la adecuación técnica y dotación, de acuerdo a la capacidad del proyecto para aprovechar la experiencia que los indígenas de la Asociación de piscicultores “EL BUEN SABOR INDÍGENA” han adquirido y que sirva para que otras familias adopten esta actividad productiva como alternativa para fortalecer las técnicas de cultivo, como ayuda para el sustento de sus familias, disminuyendo la debilidad en el tejido social que da paso a la influencia de los grupos armados ilegales, descomposición familiar y a emigración.

Siendo de gran importancia la implementación de proyectos tendientes a incluir las diferentes áreas de desarrollo productivo sostenible y conservación del medio ambiente que contribuyan al manejo de los recursos naturales, los cuales inciden directamente en beneficio económico, ecológico y social de esta comunidad, quienes al obtener una mejor producción serán más competitivos, aprovechando las condiciones y oportunidades presentes en la zona, garantizando una mejor calidad del producto y continuidad en satisfacer la demanda del mercado.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El Resguardo Indígena de Mayasquer carece de un proyecto productivo piscícola sostenible que garantice soberanía alimentaria y generación de empleo que brinde un producto de calidad con un alto contenido proteico al alcance de la población rural.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La inexistencia de alternativas productivas rentables es un limitante para garantizar seguridad alimentaria y generación de ingresos para la Asociación El Buen Sabor Indígena del Resguardo de Mayasquer, Vereda Guapa, Municipio de Cumbal, Departamento de Nariño?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Fortalecer la piscicultura como una alternativa que garantice soberanía alimentaria y generación de ingresos en la vereda Guapa, del Resguardo de Mayasquer, Municipio de Cumbal, Departamento de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una unidad productiva piscícola rentable y ejecutar la construcción de su primera etapa.
- Formular e implementar un plan de manejo de la actividad piscícola acorde a las condiciones ambientales y paisajísticas de la región.
- Realizar un catálogo como estrategia de promoción y reconocimiento del proyecto piscícola y de la región.

4. MARCO TEÓRICO

La notable disminución de la pesca de captura en el mundo ha conducido a que la producción acuícola (acuicultura) se constituya en una fuente alternativa de proteína para la seguridad alimentaria mundial, y a su vez como una actividad generadora de empleo e ingresos. Dentro de éste contexto, la piscicultura, definida como aquella actividad dedicada al cultivo de peces bajo manejo e implementación de buenas prácticas (desarrollo genético, incubación, alimentación, reproducción y sanidad de las especies), ha crecido de manera considerable durante las últimas décadas. De hecho, en los últimos 20 años la producción mundial de especies como tilapia, trucha y cachama ha crecido a ritmos de 12%, 6% y 29%, respectivamente.

De acuerdo con la FAO:

La acuicultura sigue siendo un sector productivo de alimentos ricos en proteínas creciente, vigoroso e importante. Según la información proporcionada, la producción acuícola mundial de pescado comestible, incluidos los peces de aleta, los crustáceos, los moluscos y otros animales acuáticos destinados al consumo, alcanzó los 52,5 millones de toneladas en 2008. La contribución de la acuicultura a la producción total de la pesca de captura y la acuicultura continuó aumentando y pasó del 34,5 % en 2006 al 36,9 % en 2008. En el período 1970-2008 la producción acuícola de pescado comestible aumentó a un ritmo anual medio del 8,3%, mientras que la población mundial aumentó en promedio un 1,6 % anual. El resultado combinado del desarrollo de la acuicultura en todo el mundo y la expansión de la población mundial es que el suministro per cápita medio anual de pescado comestible procedente de la acuicultura para el consumo se multiplicó por diez y pasó de 0,7 kg en 1970 a 7,8 kg en 2008, lo que supone un incremento medio del 6,6 % anual. En donde se espera que supere a la pesca de captura como fuente de pescado comestible.

La producción acuícola se destina principalmente al consumo. En 2008 la acuicultura generó el 45,7 % de la producción mundial de pescado comestible destinado al consumo, cifra superior al 42,6 % correspondiente a 2006. En China, el mayor productor acuícola del mundo, el 80,2 % del pescado comestible consumido en 2008 procedió de la acuicultura, cifra superior al 23,6 % correspondiente a 1970. La producción acuícola suministró al resto del mundo el 26,7 % de su pescado comestible, cifra superior al 4,8 % correspondiente a 1970¹.

¹ CÁLCULOS OBSERVATORIO AGROCADENAS. Disponible en Internet <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s01.pdf>.

Según la FAO:

La producción nacional de peces de cultivo concierne, principalmente, a las especies de tilapia, trucha y cachama, cuya participación conjunta, durante los últimos 12 años, ha sido del 96,3% del total de la piscicultura y del 65,3% de la producción acuícola. En particular, la producción de tilapia ha participado con el 49% de la actividad piscícola, mientras la cachama y la trucha han constituido el 31% y 16%, de manera respectiva. El 4% restante se ha destinado a otras especies como el bocachico, la carpa, el yamú etc., las cuales se producen como acompañantes de la producción de tilapia, trucha y cachama².

De acuerdo con Martínez y Acevedo³, “la producción creció a ritmos acelerados pasando de 2.650 ton. a 28.530 ton. El crecimiento anual en éste lapso fue del 16,4%, cifra bastante significativa si tenemos en cuenta que la población Colombiana creció a una tasa inferior al 2% anual y las producciones de carne de ganado, pollo y cerdo presentaron ritmos de crecimiento anual del 0,7%, 2,8%, y - 2,8%, respectivamente”.

4.1 IMPORTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA

4.1.1 Capacidad de carga de los estanques. La cantidad de peces (kg/m²) que es posible colocar en un estanque está en relación con el peso individual de las truchas, con el oxígeno aportado por el caudal las instalaciones y condiciones de la granja. La carga de los estanques se expresa en Kg/m² o Kg/m³ del agua en el estanque.

Blanco⁴, indica que para el cálculo de la densidad se utiliza como medida patrón de partida y de máximo aprovechamiento, el número de truchas de 200gr que es posible colocar en un metro cuadrado a una temperatura de 10 °C; bajo estas circunstancias se aconsejan densidades de 20 a 25 Kg/m², siendo está densidad de peces muy adecuada para aquellos piscicultores que aún no tienen una gran experiencia en el cultivo de trucha y que no quieren correr riesgos.

Es necesario que el encargado de la granja de truchas esté pendiente del comportamiento de los peces, pues si existe sobrecarga de individuos en los estanques, las truchas comenzarán a competir por alimento, lo que puede

² Ibíd.

³ MARTÍNEZ, H. J. y G. X. Acevedo. Productividad y Competitividad de la Cadena de Bovinos en Colombia. Bogotá: s.n. 2011.

⁴ BLANCO C, M. La Trucha, cría industrial. 2ª ed. España: Ediciones Mundi-Prensa, 1994. p. 61.

ocasionar lesiones físicas, desarrollo de hongos que pueden ocasionar retraso del crecimiento.

Otro aspecto fundamental a tomar en cuenta es la clasificación de las truchas en los estanques, esto debido a que en un lote de peces se establece un dominio social natural, con marcada jerarquía de los grandes sobre los pequeños. Los peces dominantes generalmente son quienes tienden a ocupar aquellos espacios del estanque que les ofrecen las mejores condiciones, como son las áreas situadas en las proximidades de la caída de agua, donde la velocidad de la corriente del agua y la concentración de oxígeno es mayor; de esta manera es frecuente observar que los peces que presentan retraso en el crecimiento, se encuentren en la parte final de los estanques.

4.1.2 Tipos de captaciones. Salazar y Sánchez describen los tipos de captaciones, a continuación se mencionan algunos de ellos:

Existen diferentes tipos ya que cada captación (o bocatoma) es un problema con características de diseño específicas. El ingeniero en producción acuícola en cada caso particular debe guiarse por su criterio para escoger el tipo que sea más conveniente, de acuerdo con las condiciones ideales del proyecto en cuestión⁵.

Las captaciones se dividen en dos grandes grupos: Superficiales y subterráneas; las superficiales se subdividen a su vez en:

- Dique toma
- Captaciones Superficiales - Lateral parcialmente sumergida
- Lateral totalmente sumergida

4.1.3 Canales abiertos. Un canal abierto es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial.

4.2 GENERALIDADES DE LA TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es originaria de la costa este de los Estados Unidos, en condiciones naturales, habita en quebradas y en ríos. Su introducción y posterior cultivo se ha extendido a distintos países y debido a sus características se ha convertido en un renglón importante dentro del sector acuícola. Se introdujo en Europa aproximadamente en 1880, y se sembró en Colombia en 1934 La trucha arcoíris y la trucha común (*Salmo*

⁵ MARTÍNEZ, H. J. y G. X., Op. cit.

trutta), en los lagos de altiplano como las lagunas de Tota en Boyacá y Cocha en Nariño y en los ríos de las cordilleras occidental, central y oriental. Sin embargo, la trucha común aparentemente desapareció o sufrió hibridación con la trucha arcoíris generando una variedad que se caracteriza por su rusticidad y capacidad de crecimiento en condiciones de alta montaña con baja tensión superficial de oxígeno. Actualmente, en Colombia existen más de 350 granjas industriales, localizadas en los Departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Risaralda, Cauca, Nariño y Santander, que son las zonas de Colombia, de mayor desarrollo, en cuanto a tecnología y volúmenes de producción⁶.

4.2.1 Clasificación taxonómica:

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Pisces

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Salmoniformes

Familia: Salmonidae

Género: *Oncorhynchus*

Especie: *mykiss*

Nombre científico: (*Oncorhynchus mykiss*)

Nombre común: Trucha arcoíris⁷

4.2.2 Parámetros de cultivo. Blanco⁸ afirma que los parámetros más importantes para el cultivo de la trucha son:

4.2.2.1 Temperatura. La trucha en condiciones naturales, es un pez que puede vivir en aguas comprendidas entre 0° y 25° C sin embargo los límites industriales, entre los cuales su crecimiento y desarrollo son los adecuados, corresponden a 9° C como límite inferior y a 17° C como límite superior.

⁶ SALAZAR, Roberto y SANCHÉZ, Iván. Infraestructura hidráulica para acuicultura. Pasto, Colombia: 2007. p. 43. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola.

⁷CAMACHO B.; et al. Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F: s.n. 2000.

⁸ BLANCO, Op. cit., p. 75.

4.2.2.2 Oxígeno disuelto. Los salmónidos tienen unas exigencias estrictas, en donde con cifras inferiores a 5,5 mg/l de oxígeno la trucha tiene una gran dificultad para extraer el oxígeno del agua, siendo el rango óptimo de 7 a 9 mg/l.

4.2.2.3 Potencial hidrógeno pH. Determinado por la concentración de hidrogeniones del agua, se expresa en una escala que varía entre 0 y 14, éste es un factor del agua importante, pues los salmónidos, como casi todos los seres acuáticos están adaptados a vivir en un valor determinado, debido a que no soportan variaciones bruscas; el rango óptimo de éste para los salmónidos se encuentra entre 6,5 a 7,0.

4.2.2.4 Materias en suspensión. Las cantidades para esta especie de cultivo deben estar por debajo de los 30 mg/l. Los efectos de las partículas en suspensión, traen consecuencias significativas.

4.2.2.5 Compuestos nitrogenados. El amoníaco y los nitritos, tienen carácter tóxico y son productos principales de excreción del metabolismo de las truchas. Por lo tanto los valores de amonio deben fluctuar entre 0,01 mg/l a 0,015 mg/l, los valores relacionados con los nitritos deben estar por debajo de 0,1 mg/l.

4.2.2.6 Cloro y cloruros. Proceden del lavado de rocas y suelos salados y su importancia en piscicultura, radica en las alteraciones que pueden originar en el medio interno del pez. Cifras de 20 mg/l de cloruros pueden ser considerados normales para salmonicultura, adquiriendo carácter peligroso cuando sobrepasan límites de 50 mg/L.

4.2.2.7 Sulfatos. Proceden generalmente de la descomposición de la materia orgánica existente en las aguas, aunque pueden tener también un origen mineral. Valores de 2 hasta 100 mg/l pueden ser tolerables en el cultivo, considerando como peligrosas todas aquellas que sobrepasen estos límites.

4.2.2.8 Fosfatos. Su valor debe fluctuar entre 0,6 y 1,5 mg/l, su toxicidad aumenta a pH ácidos

4.2.2.9 Dióxido de carbono. La mayor parte de las aguas utilizadas en piscicultura son de origen natural en donde el valor de ácido carbónico no excede los 6,0 mg/L, por lo que carece de importancia debido a que estas concentraciones no son representativas para los peces a cultivar. Sin embargo,

estos niveles suelen aumentar considerablemente y mantenerse entre 12 y 18 mg/l en las piscifactorías con sistemas de recirculación de agua.

4.2.2.10 Dureza. Es la medida de la concentración de los iones Ca^{++} y Mg^{++} expresados en mg/l de su equivalente a carbonato de calcio. El rango óptimo de esta se encuentra entre 70 a 500 mg/l, durezas por debajo de 10 mg/l ocasionan problemas a nivel de crecimiento, pérdida de escamas, problemas de aletas.

Tabla 1. Requerimientos del agua para cultivo de Trucha Arcoíris.

Temperatura	De 7,2 a 17 °C para crecimiento De 7,2 a 12,8 para reproducción e incubación
Oxígeno disuelto	Mayor a 5 mg/l
pH	6,7 a 9,0
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/l
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Amonio	Menor a 0,012 mg/l como NH_3
Nitrito	Menor a 0,55 mg/l
Sólidos suspendidos	Menor a 80 mg/l
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg/l

Fuente: Camacho B., E., M. Moreno R., M. Rodríguez G., C. Luna Romo y M. Vásquez

4.2.3 Fases de cultivo. Según López, las densidades de siembra son:

Pre-cría. Etapa comprendida a partir de los 5 cm de longitud o 2 gr de peso, hasta los 13 cm o 40 gr de peso aproximadamente, talla y peso alcanzados en un período de más o menos 60 días. Generalmente se realiza en canales rectangulares con longitudes promedio de 8 a 15 m de largo, ancho entre 1 a 2 m y una profundidad promedio de 1 m. También pueden utilizarse estanques circulares con un promedio para esta fase entre los 4 y 7 m de diámetro, piso inclinado a una pendiente de un 2% a un 4%, sifón central para crear movimientos circulares y una profundidad promedio de 1 m. Tabla 3.

Levante. Está comprendido entre los 30 gr o 14 cm hasta los 60 gr o 18 cm de longitud aproximadamente, talla y peso alcanzados en un período aproximado de 100 días. Tabla 4.

Ceba o finalización. Está comprendida entre los 60 gr o 18 cm hasta el peso de sacrificio (350 a 450 gr), talla y peso alcanzados en un período de más o menos 160 días. Generalmente se realiza en canales rectangulares con

longitudes que van desde los 10 hasta los 20 m, anchos de 1,5 a 2,0 m y profundidades que pueden llegar hasta los 1,5 m. Tabla 5.⁹.

A continuación se presentan las densidades de siembra para las diferentes fases de cultivo de trucha arcoíris:

Tabla 2. Densidad de siembra para la fase de Pre – cría.

Longitud de la trucha (cm)	Peso de la trucha (*) (g)	Canales cemento Número de animales/ m ³	Biomasa en kg/m ³ cemento	Canales tierra Número de animales/ m ³	Biomasa en kg/m ³ tierra
3	0,4	10.000	4,0	7.500	3,0
4	0,9	4.000	3,6	3.000	2,7
6	2,9	1.500	4,35	1.125	3,25
8	5,1	1.000	5,1	750	3,82
10	12	600	7,2	450	5,4
14	33,2	300	9,9	225	7,5

Fuente. Este estudio

Tabla 3. Densidad de siembra para la fase de levante.

Longitud de la trucha (cm)	Peso de la trucha (*) (g)	Canales cemento Número de animales/m ³	Biomasa en kg/m ³ cemento	Canales tierra Número de animales/m ³	Biomasa en kg/m ³ tierra
16	49,8	300	15	200	10
18	72,1	250	18	150	10,8

Fuente. Este estudio

⁹LOPEZ, J. Nutrición de monogástricos; Valoración de alimentos. Conferencias mimeografiadas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia. 1989.

Tabla 4. Densidad de siembra para la fase de Ceba o finalización.

Longitud de la trucha (cm)	Peso de la trucha (*) (g)	Canales cemento Número de animales/m₃
20	100	220
22	145	180
24	172	160
26	231	150
28	272	140
30	354	130

Fuente. Este estudio

4.3 FUENTE HÍDRICA

4.3.1 Microcuenca Mayasquer. La microcuenca de Mayasquer se localiza al sur occidente del municipio de Cumbal, con un área aproximada de 101 km², limita al norte con la microcuenca del río Blanco Vegas, al sur con la república del Ecuador, al oriente con la microcuenca el Capote y al occidente con la microcuenca del río Puente Palo.

Según estudio realizado por la Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño:

La fuente hídrica más representativa de esta microcuenca es el río Mayasquer, en su nacimiento se conoce con el nombre de río Blanco, originándose en el Cerro Portachuelo, a una altura de 3820 m.s.n.m, posee 15 afluentes, con una longitud total de cauces de 63859 m, drenan sus aguas en dirección sur occidente (SO) hacia el río Cainacan San Juan; entre sus tributarios están: el río Tambo, y las quebradas: Piandara, Marpi conocida también como Arrayanal o Arrayanes, La Chorrera, Chucala Grande, Chuchala Chica, Quebrada Santa María, Moledora. El río Mayasquer registra un caudal medio de 320 L/s; en cercanías al cerro Negro se encuentra la laguna Marpi localizada hacia los 4000 m.s.n.m rodeada por extensas zonas de páramo¹⁰.

Su coeficiente de compacidad de 1,15 indica alta susceptibilidad a las crecidas debido a su forma casi redonda a oval redonda aunque este efecto se ve un poco

¹⁰ GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente, Pesca y Acuicultura, Sistema de Informaron Geográfico Piscícola de Nariño (SIG), Pp. 74 - 75.

atenuado por el bajo índice de densidad de drenaje de 0,63, el cual podría estar disminuyendo los niveles de peligrosidad y riesgo.

Según estudio (SIG) ¹¹. La población de Mayasquer es la más importante y la que alberga mayor número de habitantes, existen otros poblados como: el Gritadero, San Felipe, el Tambo; estas poblaciones se dedican básicamente a la agricultura, la ganadería la piscicultura. El Gritadero y Tambo se encuentran en zonas de páramo hacia los 3800 m.s.n.m lo que ha generado la intervención antrópica sobre estos ecosistemas tan frágiles; además el páramo se ve afectado por la presencia de una vía que lo atraviesa para tener acceso hacia la parte occidental del municipio de Cumbal, la vía se extiende sobre los 3800 y 4000 m.s.n.m. incrementando grandes cambios en el medio natural, parte de la microcuenca corresponde también a zonas de bosque natural el cual es explotado por las comunidades de San Felipe y Mayasquer causando problemas de deforestación en estas áreas.

4.4 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Gobernación de Nariño¹² afirma que dentro de las Microrregiones identificadas en el Municipio de Cumbal, se distinguen además, tres clases de pisos térmicos a saber:

Páramo: 3.200 a 3.800 m.s.n.m, 3º C Promedio
Frío Seco: 2.700 a 3.200 m.s.n.m, 9º C Promedio
Medio: 800 a 2.300 m.s.n.m, 21º C Promedio

De acuerdo a la naturaleza geomorfológica existente en el Municipio, se determina la potencialidad y uso agrológico del suelo según sus características físico - químicas, fisiográficas y ecológicas.

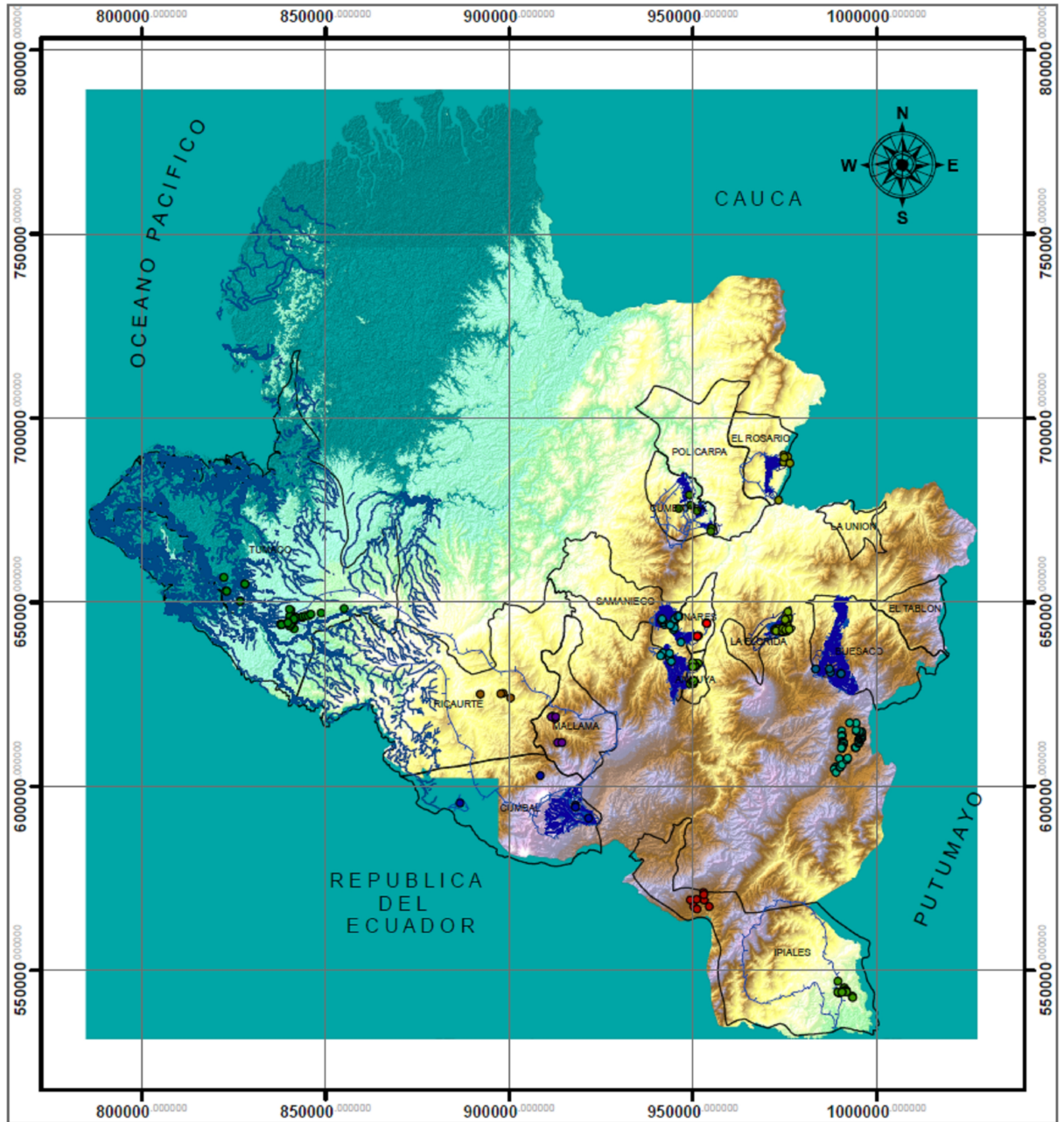
¹¹Ibíd., p. 72.

¹²Ibíd., p. 70.

5. METODOLOGÍA

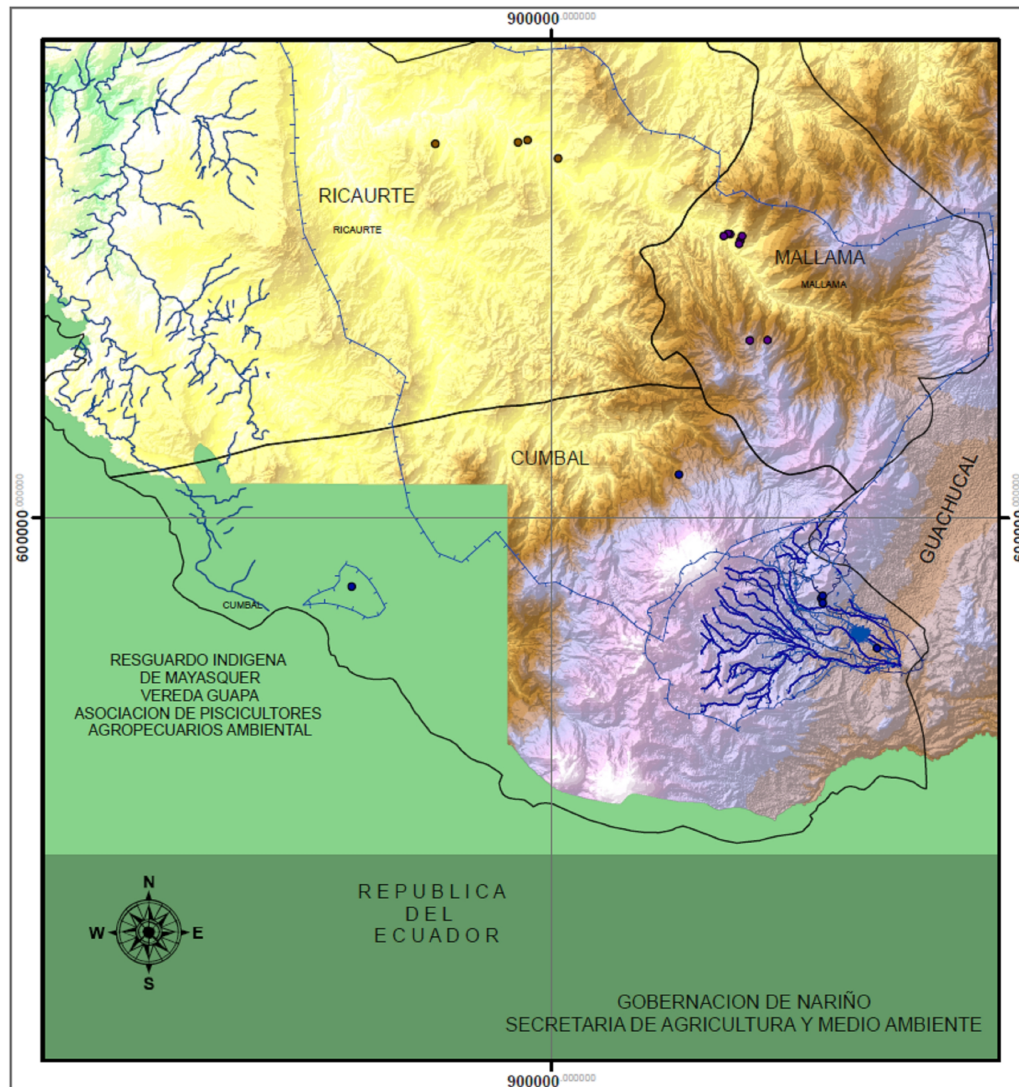
5.1 LOCALIZACIÓN

Figura 1. Mapa Departamento de Nariño



Fuente Sistema de Información Geográfico Piscícola de Nariño.

Figura 2. Mapa hidrográfico Municipio de Cumbal



Fuente Sistema de Información Geográfico Piscícola de Nariño.

El proyecto piscícola se realizó en la vereda Guapa del resguardo indígena de Mayasquer, Municipio de Cumbal, Departamento de Nariño.

Según estudio realizado por la Gobernación de Nariño:

El municipio está localizado en el sur - occidente del Departamento de Nariño en la República de Colombia, frontera con el Ecuador, entre las coordenadas geográficas $0^{\circ} 53' 55''$ de latitud norte y $77^{\circ} 45' 12''$ de longitud oeste, hace parte de la cordillera andina, tiene una extensión de 1.201 km^2 , al Norte limita con los Municipios de Guachucal, Mallama y Ricaurte; al sur con la Provincia del Carchi en la República del Ecuador; al Oriente con los Municipios de

Cuaspud y Guachucal, al occidente con el Municipio de Ricaurte y la Provincia del Carchi Ecuador¹³.

5.2 DIAGNÓSTICO DE CAMPO

5.2.1 Visita de campo. Se utilizó la metodología del conversatorio para identificar la cultura, costumbres, nivel de organización, relaciones interpersonales, conocimiento del renglón a implementar, seguridad alimentaria del resguardo indígena de Mayasquer y el del grupo piscícola en la vereda Guapa.

5.2.2 Inspección de campo. Se exploró el sitio en donde la asociación determinó realizar el proyecto piscícola, tomando los parámetros prioritarios para el desarrollo de un trabajo de diseño y construcción de una piscifactoría, entre ellos:

- ✓ **Textura y estructura del Suelo.** Se determinó el tipo de textura del suelo, por medio del método del tacto, humedeciendo el suelo, frotándolo entre los dedos.
- ✓ **Diferencia de Alturas.** Con la ayuda de un GPS y nivel Locke, se tomaron los diferentes puntos de referencia, que permitieron definir la altura de construcción de la bocatoma frente al lugar de restructuración de los estanques, definición de puntos para el diseño y construcción de cámaras de quietamiento, y restructuración del canal de conducción, entradas y salidas de agua de cada uno de los estanques existentes.

5.2.3 Recurso hídrico. Teniendo en cuenta la cantidad y calidad del recurso hídrico se realizaron aforos por medio del método de flotador basado en la medición de la velocidad de la corriente y sección transversal promedio, determinando así el caudal de la fuente hídrica a utilizar que lleva el nombre de la misma vereda Guapa, para el estudio de la calidad de agua se tomaron los principales parámetros físico químicos con la ayuda de un Kit de aguas (HACH FF1A) los mas esenciales a medir fueron: oxígeno, dióxido de carbono, pH y temperatura.

5.2.4 Diseño de la estación piscícola. Se realizaron los planos que determinaron la localización y medidas de la bocatoma, canales de conducción, estanques y conservación del recurso hídrico. Se diseñaron en el programa de diseño AUTOCAD que permite conocer la amplitud del proyecto dando al grupo asociativo una visión para su ejecución y buen manejo.

¹³ GOBERNACIÓN DE NARIÑO, Op. cit. p. 56.

5.2.5 Construcción de Infraestructura. La construcción de la bocatoma se basó en el caudal de la fuente, caudal de diseño, especie a producir, densidad de siembra y demanda del producto en la zona. Las mejoras previstas de acuerdo a la supervisión y reconocimiento de campo fueron: mejoramiento de la estructura del canal de conducción, implementación de cámaras de aquietamiento, adecuación de taludes, compactación del fondo de cada unidad productiva y redistribución de entrada y salida de agua. Para la construcción se utilizaron decámetro, picas, palas, machete, nivel, maceta, martillo y cilindros para pruebas de resistencia del concreto. Se trabajó por medio de mingas que es una forma de trabajo colectivo específico de la cultura de los pueblos indígenas.

Figura 3. Materiales y equipos de construcción.



Fuente. Este estudio

Los insumos relacionados fueron cemento, arena, triturado, rajón, varillas corrugadas de hierro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ " y 1", alambre de amarre, clavos y tablas.

5.2.6 Plan de manejo técnico. Se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: caudal, parámetros físico químicos tales como temperatura, pH, oxígeno, especie a cultivar, densidades de siembra, manejo de la alimentación dependiendo la fase de cultivo, ajuste de dietas, profilaxis, manejo en post cosecha, sacrificio lavado, evisceración, secado, pesado, empackado, conservación, venta del producto, mantenimiento de las unidades productivas, análisis financiero y conservación de la microcuenca.

5.2.7 Estudio social. Dentro del desarrollo del proyecto, se manejó como eje principal la soberanía alimentaria que enfoca el mejorar la nutrición con la generación y aprovechamiento de proteína animal en la alimentación, generación y mejoramiento de la economía de cada una de las familias asociadas, de tal manera que se constituya en un ejemplo a nivel organizacional que impulse a que

veredas aledañas implementen y retomen estas prácticas de cultivos amigables con el medio ambiente, aprovechando la productividad y condiciones de la zona.

5.2.8 Estudio económico. Se realizó un análisis financiero, evaluando los criterios económicos como costo beneficio, valor presente neto y rentabilidad.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Resguardo Indígena de Mayasquer es un territorio de un alto potencial cultural, agropecuario, rico en fauna y flora enmarcado en la buena convivencia con el medio ambiente de acuerdo a las costumbres y cultura de sus moradores, por tal razón el proyecto se convierte en una alternativa que aumenta la calidad nutricional de los asociados y de la zona, genera empleo y ocupación de la mano de obra familiar, apoya la conservación de los recursos naturales y mejora el nivel económico conservando el recurso hídrico.

6.1 POBLACIÓN BENEFICIADA

La población beneficiada es indígena, de bajos recursos económicos y nivel bajo de escolaridad, anteriormente se dedicaba a talar el bosque para poder obtener recursos económicos que permitan mejorar su subsistencia, se dedican principalmente al sector agropecuario a base de cultivos tradicionales sin utilizar agroquímicos. Es una zona montañosa con grandes potencialidades para el turismo, ecoturismo y agroturismo. Tabla 5.

Figura 4. Grupo Asociativo beneficiario.



Fuente. Este estudio

Tabla 5. Población a beneficiar.

Edad	0-5 años	5-15 años	15-20	20-50	50+
Numero	3	20	8	11	5

Fuente. Este estudio

6.2 VISITA DE CAMPO

6.2.1 Reunión con asociados. Se efectuó una reunión con los asociados en la Vereda Guapa perteneciente al Resguardo Indígena de Mayasquer, se aplicó la metodología del conversatorio y se identificó la estructura organizacional, social, económica y ambiental; el grupo está organizado hace 4 años, lleva 2 años constituido como entidad sin ánimo de lucro registrado en Cámara de Comercio, han trabajado la piscicultura de manera informal como alternativa alimentaria y mitigación a la tala de árboles que venían practicando anteriormente, tienen gran interés en mejorar la infraestructura y los eslabones de producción, comercialización y apoyo en la nutrición y economía de la población, según las tradiciones de la región los cultivos agropecuarios y piscícolas los establecen teniendo en cuenta la sostenibilidad ecológica, referente a la disponibilidad de recursos. Se encontró disposición del grupo para garantizar la construcción y adecuación de la infraestructura y el desarrollo del proyecto de acuerdo a las recomendaciones estipuladas por los expertos, se convino realizar los trabajos mediante mingas, costumbres ancestrales de la región y de la cultura indígena.

Figura 5. Grupo Asociativo beneficiario.



Fuente. Este estudio

6.2.2 Inspección de campo. Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se tomaron en cuenta diferentes aspectos que se manejaron a través de una supervisión y reconocimiento de campo en donde se conoció y determinó el punto pertinente para la captación de agua. Se realizó toma de parámetros físico químicos y la determinación del caudal de la quebrada Guapa que lleva el mismo nombre de la Vereda del Resguardo indígena de Mayasquer.

6.2.3 Cantidad de agua:

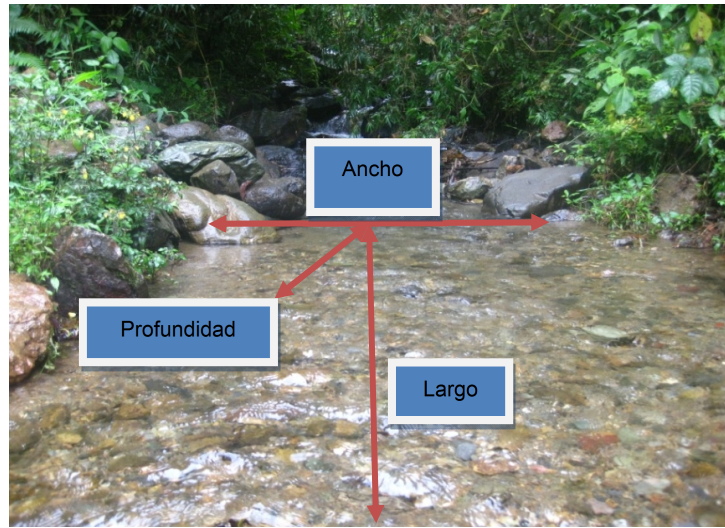
Figura 6. Microcuenca Mayasquer.



Fuente. Este estudio

Para la captación del recurso hídrico que permitió el desarrollo del proyecto, se analizó la microcuenca de Mayasquer, con el fin de garantizar la cantidad y calidad del agua de la cual se deriva la quebrada Guapa.

Figura 7. Quebrada Guapa.



Fuente. Este estudio

La captación de agua se hizo de la quebrada Guapa, cuyo caudal se determinó por medio del método de flotador – sección transversal se tomaron las dimensiones de la quebrada ancho promedio 2,2 m en una longitud de 2,5 m, profundidad promedio de 0,33 m en un tiempo de transición del flotador por la sección de 3 segundos dando como resultado 448 L/s, lo cual fue corroborado con el historial que maneja la comunidad frente al comportamiento de la fuente hídrica, que garantiza un caudal constante. Anexo A.

6.2.4 Calidad de agua. La calidad de agua se analizó, utilizando un equipo HACH FF1A. Los parámetros físico-químicos evaluados y su resultado se describen a continuación: Oxígeno disuelto 9 mg/l, CO₂ 4 mg/l, pH 7,5 y temperatura 16 °C.

Figura 8. Análisis de agua.



Fuente. Este estudio

Dentro del diagnóstico relacionado para el diseño y montaje de la primera etapa del proyecto, se ubicó por medio del nivel Locke y GPS, teniendo en cuenta las diferencias de alturas, topografía y la disponibilidad de recursos económicos, el lugar para la toma de agua y construcción de la bocatoma.

6.2.5 Tipo de suelo. Se determinó la textura por el método del tacto, humedeciendo el suelo y moldeándolo, obteniendo como resultado una textura franco arcilloso. No hubo necesidad de realizar análisis de estructura del suelo puesto que el lugar donde se localizó la bocatoma es rocoso.

6.3 DISEÑO DE LA ESTACIÓN

Los ajustes de diseño de los elementos que hacen parte de proyecto en referencia se hicieron teniendo en cuenta los requerimientos de las normas RAS¹⁴ y de acuerdo a las exigencias requeridas por la especie a cultivar para que su producción sea la más adecuada y rentable.

Con la información recolectada en campo se diseñaron los planos para el montaje de la infraestructura, cuyo diseño se desarrolló con base en la cantidad de agua requerida por el proyecto a su etapa final, caudal de diseño, recambio total de

¹⁴ Aguas de Manizales, Normas de diseño y construcción de redes. Colombia, 1993.

agua para la estación, estado de las instalaciones existentes y los requerimientos de la especie.

El diseño en planos se realizó teniendo en cuenta una piscifactoría con las condiciones técnicas necesarias para un proyecto productivo piscícola rentable y sostenible que garantice soberanía alimentaria y generación de ingresos para las familias beneficiarias.

Dentro del diseño se deja para la fase siguiente de este proyecto la implementación del desarenador, construcción del canal de conducción y cámaras de quietamiento en concreto y ladrillo. Anexo G.

6.4 CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO

La infraestructura consta de los elementos que se describen a continuación:

6.4.1 Bocatoma. La construcción la bocatoma lateral se diseñó teniendo en cuenta la necesidad de captación de 80 L/s que aseguran recurso hídrico para la implementación del proyecto como unidad rentable para las 12 familias asociadas.

Esta se localizó a una altura sobre el nivel del mar de 2012 m; además se tomaron las precauciones necesarias para que las aguas abajo, no se vean afectadas para otras actividades.

La obra de captación se localizó en suelo estable y resistente a la erosión, además donde la cabeza de presión del agua permite que esta llegue al desarenador por gravedad, lo anterior para evitar bombeos. El agua se capta a través de una rejilla colocada lateralmente, la cual queda sumergida de acuerdo al nivel del lecho de la quebrada. Anexo G.

Figura 9. Proceso de construcción Bocatoma lateral.



Fuente. Este estudio

Figura 10. Estado final construcción Bocatoma lateral.





Fuente. Este estudio

6.4.2 Canal de Conducción. Su diseño está ligado a la pendiente del terreno y al caudal de entrada que son 80 L/s, cuando el proyecto esté en su máxima utilización. Se construyeron 130 m de canal desde la bocatoma hasta el desarenador haciendo uso de la gravedad con unas dimensiones de ancho 0.4 metros y una altura de 0.6 m; durante el trayecto del canal se localizaron 2

cámaras de aliviamento a 101 y 111 m de la bocatoma a una altura de 1.975 msnm y 1.968 msnm.

Figura 11. Canal de conducción.



Fuente. Este estudio

Estas estructuras evitan la erosión del canal, el arrastre de partículas de sedimento que afecten el desarrollo normal del cultivo. Para reducir costos y teniendo en cuenta las condiciones ecológicas de la zona y la textura del suelo, se construyeron el canal y las cámaras en tierra hasta la llegada a los estanques.

6.4.3 Desarenador. El diseño del tanque desarenador convencional se hace con el fin de sedimentar partículas en suspensión por la acción de la gravedad. Este elemento constituye un papel primordial para retener el material en suspensión transportado por el agua que es básicamente arcilla y arena. El desarenador se diseña con una capacidad de remoción de partículas de 70% requerido para que la especie no se encuentre afectada en sus branquias.

Cabe resaltar que la construcción del desarenador está estipulada en una segunda fase para lo que se dejan diseñados los planos y localizado el sitio de replanteo, en esta primera etapa se realiza una estructura en tierra que hace las veces de desarenador y cámara de aliviamento, de allí que para reducir los sólidos en suspensión e impurezas del agua se implementan dentro de ellos raíces de helecho que sirven como filtros biológicos retenedores de macropartículas que además tienen la capacidad de brindar un tratamiento alternativo al agua. Anexo G.

Figura 12. Cámara de aliviamento.



Fuente. Este estudio

6.4.4 Concreto Utilizado en la construcción de la Bocatoma. Para definir la dosificación del concreto se revisaron las tablas de concretos y su resistencia de acuerdo a la presión que debe soportar la estructura y se definió un concreto con relación 1:2:3 (cemento: arena: triturado) para que alcance una resistencia de 3000 PSI (21 MPa), para garantizar tal resistencia se sacaron testigos de la mezcla estándar utilizando cilindros, para ser ensayados en el laboratorio en un tiempo mínimo de 28 días para que el concreto alcance su máxima resistencia y poder garantizarla. Para revolver la mezcla se aprovechó la mano de obra del grupo asociativo con ayuda de herramientas menores como palendras, palas, baldes. La relación agua cemento utilizada fue de 0.50, con la cual se obtiene un asentamiento de aproximadamente 5 cm.

Figura 13. Cilindros para prueba de resistencia.



Fuente. Este estudio

Para la mezcla de concreto se utilizó materiales de fuentes cercanas ubicadas en el mismo resguardo (arena, rajón y triturado), el cemento fue llevado desde la cabecera municipal de Cumbal.

La placa de piso de la bocatoma se fundió sobre una base de material del sitio nivelada y debidamente compactada; desviando inicialmente el cauce de la quebrada para así poder implantar las formaletas para las vigas y columnas que sostienen la infraestructura.

La placa de fondo y en general toda la infraestructura de la bocatoma se curó durante un tiempo no inferior a siete (7) días y protegiéndose convenientemente contra deterioros.

6.4.5 Acero de refuerzo flejado 60000 PSI, 420 MPa. Este trabajo consistió en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto; para la bocatoma se organiza con acero de $\frac{3}{8}$ " longitudinalmente y $\frac{1}{2}$ " transversalmente en toda la estructura (vigas de amarre, superiores e inferiores, columnetas tercias y esquineras); utilizando para la rejilla barrotes de 1".

6.4.6 Recintos acuícolas. Se encontraron 10 estanques, sin estructura adecuada para la implementación de la actividad, por lo cual se readecuaron en sus taludes, dimensiones, entradas y salidas de agua e impermeabilización.

Figura 14. Estado inicial de los estanques.



Fuente. Este estudio

Se realizó la medición y estandarización de los estanques existentes con el fin de obtener un margen de producción estable y realizar las modificaciones pertinentes en la entrada, salida de agua y evitar erosión de taludes.

Figura 15. Medición y reestructuración.



6.4.7 Cambio de tuberías. Inicialmente se tenía doble entrada de agua ubicadas por el costado de los estanques. Teniendo en cuenta que la trucha es un animal reofílico y que la sobresaturación de oxígeno puede causarles enfermedades y alta mortalidad, se cambió el sistema dejando una sola entrada de agua cuya tubería de entrada se ubicó por la parte del ancho del estanque y las salidas se situaron frente a la entrada, de esta manera se evitan puntos muertos dentro del estanque que son promotores de proliferación de enfermedades. Se mejoró la pendiente de los estanques para que haya buena circulación del agua y converja hacia el sitio de desagüe.

Figura 16. Distribución de entrada y salida de agua.



Fuente. Este estudio

Figura 17. Estado final de los estanques.



Fuente. Este estudio

Se instalaron tuberías de 4" en la entrada y salida del agua para estandarizar caudales de entrada a cada estanque y su reutilización.

6.5 PLAN DE MANEJO

En la implementación del plan de manejo se tuvo en cuenta las normas vigentes para la implantación de cultivos piscícolas, caudal, parámetros físico químicos, densidades de siembra, manejo de la alimentación dependiendo la fase de cultivo, ajuste de dietas, profilaxis, manejo en post cosecha, sacrificio lavado, evisceración, secado, pesado, empackado, conservación, venta del producto,

Dentro del manual se describe el proceso para cada método.

6.5.3 Elección de la especie. Se Destacaron las condiciones de clima y las especies comerciales a cultivar. Para animales de aguas frías y en especial para Trucha Arcoíris que es la especie recomendada en esta localidad, la temperatura óptima está entre 11, y 16°C. En donde la temperatura promedio de la Quebrada Guapa es de 14 °C, haciendo que el cultivo de trucha arcoíris esté acorde con lo establecido y propuesto con la literatura, de igual manera se optó por esta especie por tener buena aceptación en el mercado a nivel del mismo resguardo y municipio en general debido a que se comercializa y produce en gran cantidad esta especie piscícola.

6.5.4 Adquisición de alevinos. Se dio a conocer los principales centros productivos de semilla certificada para trucha y debidamente legalizados por INCODER en Nariño; el peso, talla y uniformidad de tamaño, para ser transportados sin inconvenientes. A raíz de este estudio se compraron 4.500 alevinos con el fin de producir una tonelada de alimento; los animales se obtuvieron en el corregimiento del Encano en una estación piscícola reconocida, que garantiza buena calidad en cuanto a crecimiento y mortalidad. Los animales adquiridos fueron de 2 gr de peso, con talla uniforme.

Figura 19. Semilla.



Fuente. Este estudio

Los peces fueron transportados de su lugar de origen a la estación piscícola en bolsas de polietileno con inyección de oxígeno y protegidas por cajas de cartón y aserrín con el fin de reducir trastornos y estrés a los animales durante el viaje.

6.5.5 Siembra y aclimatación. Sobre este aspecto se realizó la práctica de aclimatación y se destacó la importancia de hacerla. Quedó claro que para los productores la diferencia de temperaturas y el estrés con que llegan pueden ocasionar altas mortalidades. Una vez recibidos los animales en la estación piscícola, se colocaron las bolsas sobre el agua durante quince minutos en los estanques para aclimatarlos hasta igualar la temperatura de las bolsas con la de los estanques. Realizada la aclimatación, se inclinó la bolsa suavemente para permitir que la mezcla del agua de la bolsa con la del estanque y la salda de los peces libremente.

Se destacó la importancia de la revisión diaria para observar el comportamiento de los animales y retirar los animales muertos, evitando la contaminación del resto de animales llevando así un control de registro de alimentación y mortalidad. Se recomendó hacer quincenalmente muestreos del 5% de la población producida para conocer el incremento de peso y talla de las truchas.

6.5.6 Densidades de siembra. Las densidades de siembra propuestas están ligadas a los parámetros físicos químicos del agua como también a la cantidad y recambio que se le da a cada unidad productiva.

✓ **Densidad de siembra proyectada**

Precría	209 animales/m ³
Levante	100 animales/m ³
Engorde	49 animales/m ³

✓ **Carga Kg/ m³**

Peso de siembra	2,0 g.
Siembra	0,418 kg/m ³
Precría	6,27 kg/m ³
Levante	18 kg/m ³
Engorde	14,7 kg/m ³

✓ **Índice de mortalidad proyectada**

Precría	4 %
Levante	2 %

Engorde 1 %

✓ **Proyecciones**

Pérdida por evisceración		15 %
Peso final de cosecha	1067 kg.	100%
Cosecha en venta	1000 kg.	94 %
Cosecha seguridad alimentaría	67 kg.	6 %

6.5.7 Producción. La producción en la estación piscícola será permanente, para cosechar una tonelada mensual de carne de trucha. Cada mes entrarán a la estación 4.500 alevinos. En la fase de precría se espera una mortalidad del 4%, quedando 4.320 animales, terminada esta fase pasarán a otro estanque donde cumplirán la fase de levante, con una mortalidad esperada del 2% o sea 4.230 peces, en la fase de engorde se prevé una mortalidad del 1%, quedando finalmente 4.185 peces. Se dividió la estación para cada una de las etapas de crecimiento, con el fin de mantener una producción escalonada. Anexo E.

6.5.8 Alimentación y nutrición. Ver Anexo E. En él se manifiesta paso a paso el proceso de ajuste de dietas, tablas de alimentación recomendadas según la temperatura del agua y la fase de desarrollo del cultivo.

El día de la siembra no se les suministró alimento debido a que por el estrés del viaje los animales tienden a tener inapetencia. La alimentación se realizó al día siguiente, de esta manera se evitaron trastornos digestivos.

Para la alimentación se recomendó concentrado comercial peletizado, que cumpla con los requerimientos nutricionales exigidos por la trucha, para que los animales tengan el tiempo suficiente de consumirlo y haya un mejor aprovechamiento por parte del animal.

En alevinos se utilizó concentrado con el 45% de proteína, se suministró 5.7 kg/día distribuidos en 6 comidas.

Según las recomendaciones incorporadas en el manual, en juveniles se suministrarán alimento concentrado con 40% de proteína, con una frecuencia de alimentación de 6 veces al día, la cantidad de alimento será de 13.7 kg/día.

El alimento para adultos será de 40% de proteína, la frecuencia de alimentación es de 4 veces al día, con una cantidad de 3.2 kg/día de concentrado sin pigmento durante 80 días y 1.6 kg/día de concentrado con pigmento durante 40 días con el fin de darle al músculo del animal una coloración rosada, que es la requerida por el mercado.

En total se suministrarán 43 bultos en un ciclo de producción de 7,2 meses.

No se alimentará los animales los días que se hagan muestreos.

6.5.8.1 Manejo del concentrado. El manejo del concentrado se realiza de manera higiénica, se almacena en una bodega que está libre de humedad y con buena ventilación. El almacenaje que se realiza es de períodos cortos no mayores a 30 días, para evitar la pérdida de nutrientes y daños por la humedad de la zona.

El concentrado es colocado a una altura del suelo de 0,3 m sin rosar las paredes de la bodega para evitar que la humedad dañe el alimento.

Se determinó que el concentrado a suministrar sea ajustado a las cantidades recomendadas en las tablas de alimentación, teniendo en cuenta la temperatura del agua, el manejo en muestreos, traslado de los peces de un sitio a otro, selección, y suministro de medicamentos. La distribución del alimento será de manera uniforme en el estanque, de manera que se beneficien todos los peces.

Figura 20. Alimento concentrado.



Fuente. Este estudio

6.5.9 Profilaxis. En la estación piscícola se tomarán las medidas profilácticas necesarias a fin de evitar la presencia de materiales y organismos que degraden el medio ambiente y afecten los organismos en cultivo.

Para impedir el deterioro del agua se realizará periódicamente el mantenimiento y limpieza de las instalaciones: bocatoma mediante limpieza manual, limpieza de filtros o haciendo un cambio periódico de las raíces de helecho, limpieza de fondos de los estanques vacíos y cepillado de las paredes, y se encalará utilizando cal agrícola en una dosis de 50 gr/m², cal viva en 20 gr/m², se deja durante un lapso de tiempo de 3 días.

El tratamiento a emplear para la purificación del agua se hace mediante un filtro natural propuesto y tomado como método alternativo hasta la construcción del desarenador el cual consiste en la utilización de raíces de helecho que evitará la entrada de sólidos y materia orgánica ajena al cultivo.

El mejor método que existe para evitar las enfermedades en los animales es la prevención, por lo tanto se recomendó que se verifique el estado de los peces que se adquieren en el mercado para el cultivo, estén exentos de infecciones y sean certificados en las estaciones que los expenden, limitando de esta manera la introducción de agentes patógenos que cambien el estado favorable del recinto piscícola.

6.5.10 Disposición de desechos. Para que dentro de la estación piscícola no se formen focos de contaminación se recomendó enterrar los desechos orgánicos.

Los lodos obtenidos de la limpieza de fondo de los estanques serán tratados con cal y secados al sol para luego ser utilizados como abono orgánico y así mismo que las personas beneficiadas tengan un componente que ayude a los cultivos orgánicos que manejan dentro del resguardo. Los desechos obtenidos de la evisceración se utilizarán para la alimentación de animales de granja previo proceso de cocción y tratamiento, también existe la posibilidad de ser utilizados en la producción de biogás por medio de biodigestores.

6.5.11 Manejo pos-cosecha y comercialización. Se realizaron acercamientos con comercializadores de la región para efectuar negociación de las condiciones de entrega del producto, cantidades, frecuencias de entrega, calidad, tamaño del producto. Uno de los aliados comerciales exige la presentación en bolsa con el membrete de la empresa a la cual él representa y contribuye con la provisión de canastillas y utensilios necesarios para una buena cosecha. Las entregas se realizarán, teniendo en cuenta las exigencias del comercializador. Para tal efecto se presenta el estado financiero. Anexo E.

Figura 21. Cosecha.



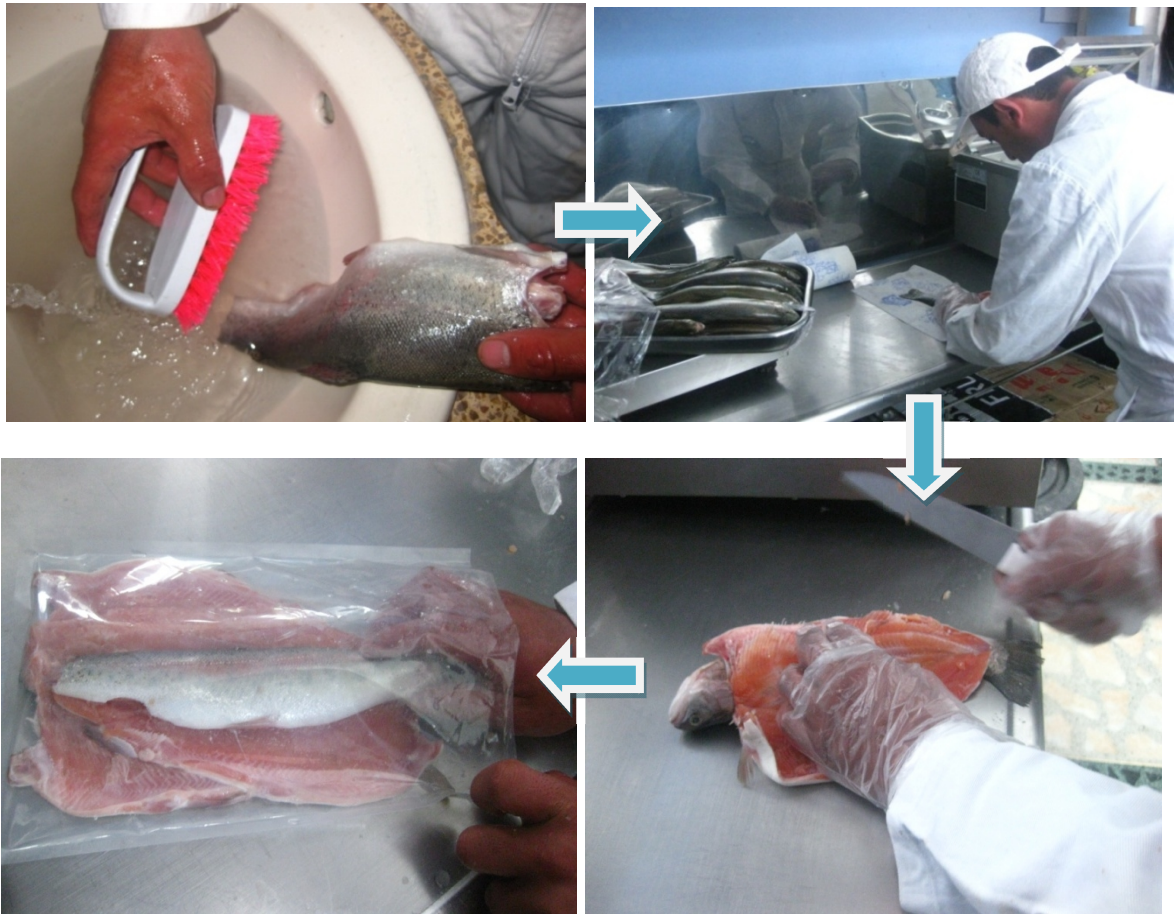
Fuente. Este estudio

Figura 22. Lavado, eviscerado, prelavado, secado, pesaje y embalaje.



Fuente. Este estudio

Figura 23. Proceso; escamado, secado, deshuesado y empaque.



Fuente. Este estudio

Figura 24. Presentación del producto al vacío y en fresco.



Fuente. Este estudio

6.5.12 Análisis financiero. Para el análisis financiero se tuvieron en cuenta los costos fijos y variables, los ingresos por venta del producto, con el fin de realizar el flujo de caja aplicando indicadores de evaluación financiera que permitieron ver la sostenibilidad y rentabilidad del proyecto. Tablas 7, 8, 9 10, 11 y 12.

Tabla 6. Costos de producción para el cultivo de 1 tonelada de mensual de trucha arcoíris.

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTID	V/UNITARIO	V/TOTAL
Semilla Alevinos Trucha	Unid	4500	\$ 250	\$ 1.125.000
Alimento Iniciación 50%	Bulto	3	\$ 115.000	\$ 345.000
Alimento Levante 45%	Bulto	20	\$ 98.000	\$ 1.960.000
Alimento Ceba 40%	Bulto	13	\$ 98.000	\$ 1.274.000
Alimento Engorde 40%	Bulto	4	\$ 118.000	\$ 472.000
Cal Viva	Bulto	3	\$ 10.000	\$ 30.000
TOTAL				\$ 5.206.000

Fuente. Este estudio

Tabla 7. Costos fijos.

DESCRIPCIÓN	V/TOTAL
Compra de terreno	\$ 15.000.000
Construcción de estanques	\$ 15.000.000
Elaboración de catálogo promocional de la región.	\$ 700.000
Mano de obra en construcción	\$ 2.000.000
Mano de obra excavación de canal	\$ 1.500.000
Materiales para construcción de bocatoma lateral totalmente sumergida	\$ 4.000.000
V/TOTAL PROYECTO AÑO	\$ 38.200.000

Fuente. Este estudio

Tabla 8. Costos variables.

DESCRIPCIÓN	V/TOTAL
Mano de obra en producción	\$ 32.593.000
Transporte de insumos y producto año	\$ 6.500.000
Costos de producción 12 ton año	\$ 62.472.000
V/TOTAL PROYECTO AÑO	\$ 101.165.000
GRAN TOTAL	\$ 139.765.000

Fuente. Este estudio

Tabla 9. Relación Ingreso mensual.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
VENTA				
ANUAL	KILOS	1000	7500 \$	7.500.000

Fuente. Este estudio

Tabla 10. Flujo de caja.

ITEM	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
EGRESOS	\$ 139.765.000	\$ 62.472.000	\$ 62.472.000	\$ 62.472.000	\$ 62.472.000
INGRESOS	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000
BALANCE	\$ -49.765.000	\$ 27.528.000	\$ 27.528.000	\$ 27.528.000	\$ 27.528.000

Fuente. Este estudio

Tabla 11. Indicadores de evaluación financiera.

TIR	42%
VPN	\$ 30.220.672
INGRESO ANUAL POR FAMILIA	\$ 2.518.389
INGRESO MENSUAL POR FAMILIA	\$ 251.839

Fuente. Este estudio

6.6 ESTRATÉGIA DE PROMOCIÓN Y RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO PISCÍCOLA Y DE LA REGIÓN.

El resguardo Indígena de Mayasquer en lo relacionado con el ecoturismo y agroturismo, tiene el privilegio de contar con zonas de singular topografía caracterizadas por un gran potencial ecológico y con ecosistemas importantes de fácil intervención. Estas potencialidades son factibles de aprovechar.

Para el fomento del turismo y venta del producto se elaboró un catálogo de imágenes que promocionen el producto final y el turismo ecológico tanto de quebradas, zonas paisajísticas y culturales que son representativas de la región, el cual fue publicado en la página web de la Gobernación de Nariño, en el link de pesca y acuicultura, se entregó como guía promocional en la oficina de Turismo Departamental. Ver Anexo F.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió dar continuidad y estabilidad a la piscicultura como una alternativa de sustento alimentario y generación de ingresos para las familias que buscan y cumplen con los requisitos exigidos por la actividad.

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) responde muy bien a los parámetros físico químicos y microbiológicos presentes en la zona y tiene buena conversión alimenticia y aceptación de alimentos concentrados comerciales.

La respuesta favorable a la implementación de este proyecto en la Vereda Guapa, Resguardo Indígena de Mayasquer, Municipio de Cumbal, incentivó la reactivación de la piscicultura en la Vereda de San Juan con el cultivo de tilapia roja ya que existen características de clima y agua óptimas.

Los rendimientos del cultivo, estuvieron dentro de los rangos óptimos, debido a que ésta especie tiene una excelente adaptación a los parámetros físicos químicos (temperatura y oxígeno) del recurso hídrico de la zona y al tipo de alimentación suministrada.

El proyecto brindó la posibilidad de visionar la generación de la cadena productiva de la piscicultura en el municipio, con una tendencia de ampliarse en el nivel Departamental.

La bocatoma que se construyó fue de gran importancia debido a que con ésta se regula el caudal de entrada previendo que exista un flujo de agua continuo con el fin de asegurar un caudal de 80 L/s.

En primera instancia las raíces de helecho utilizadas en las cámaras de aliviamiento tienen una gran eficiencia en la retención de sólidos y pueden aportar en la purificación del agua, aportando una mejor calidad de agua para el cultivo y buen rendimiento de esta especie.

La implementación de este proyecto mejora la calidad alimenticia de la población del resguardo debido a que es una alternativa de consumo de proteína animal de alto valor proteico.

La evaluación financiera permitió concluir que el proyecto implementado en su primera fase es rentable y sustentable garantizando a cada familia asociada medio salario mínimo mensual que ayuda a mejorar su calidad de vida y que garantiza aportar con dos salarios mínimos por familia cuando este implementado en su capacidad total.

7.2 RECOMENDACIONES

El proyecto requiere de seguimiento y evaluación periódica tanto en la parte técnica como en el fortalecimiento del grupo asociativo para que logren el liderazgo y autogestión.

Se recomienda seguir con la implementación de la segunda fase del proyecto en la cual se especifica la construcción del desarenador, construcción del canal de conducción en ladrillo y concreto e implementación de tratamiento de agua a la salida del agua de la estación y una sala de proceso de acuerdo a la capacidad de producción mensual.

El grupo debe propender y gestionar recursos para que el proyecto permita complementar los eslabones de la cadena productiva acuícola, mejorando la calidad del producto.

Es necesario continuar con la construcción de estanques, con el fin de incrementar la producción y aprovechar el 100 % de la capacidad de la bocatoma que permita generar y llegar a obtener dos salarios mínimos mensuales.

El grupo asociativo debe mantener presente las recomendaciones efectuadas para cumplir con las exigencias del aliado comercial, con el fin de mantener el mercado del producto sin alterar la cantidad destinada para seguridad alimentaria.

Es de importancia continuar con el plan de manejo propio del grupo asociativo, el cual se realizó con especificaciones del lugar de cultivo, para garantizar un buen control y manejo del sistema de producción.

Se recomienda llevar los registros de compra de insumos y semilla, mano de obra utilizada, porcentajes de mortalidad, días de cultivo, presencia de enfermedades, con el fin de tener un control de la producción y sus costos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguas de Manizales, Normas de diseño y construcción de redes. Colombia, 1993.

BLANCO C., M. La Trucha, cría industrial. 2ª ed. España: Ediciones Mundi-Prensa, 1994.

CAMACHO B., et. al. Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F: s.n. 2000.

CHOW, Ven. Hidráulica de canales abiertos. Madrid, España: Mac Graw Hill, Interamericana S.A., 1994

FAO. Cálculos Observatorio Agrocadenas

GOBERNACIÓN DE NARIÑO. Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente, Pesca y Acuicultura, Sistema de Informaron Geográfico Piscícola de Nariño, Pág. 70 y 74 - 75.

LOPEZ, J. Nutrición de monogástricos; Valoración de alimentos. Conferencias mimeografiadas. Pasto, Colombia: 1989. Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia.

SALAZAR R y SÁNCHEZ, I. Infraestructura hidráulica para acuicultura. Pasto, Colombia: 2007. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola.

NETGRAFIA

Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s01.pdf>.

MARTÍNEZ, H. J. y G. X. Acevedo. Productividad y Competitividad de la Cadena de Bovinos en Colombia. Disponible en Internet: www.agrocadenas.gov.co
Documento de Trabajo No 20.

PANORAMA ACUÍCOLA. Disponible en Internet: <http://fis.com/panoramacuicola/>,
volumen de capturas en el norte del Océano del Atlántico.

ANEXOS

Anexo A. MEDICIONES DE CAUDAL

Estado del tiempo: Día nublado, parcialmente despejado.

Personal en obra: 1 obrero, 11 socios (Productores de trucha arcoíris), 1 maestro de obra.

Equipo en obra: Herramienta menor.

Materiales en obra: Ninguno

ACTIVIDADES

- Recorrido de predio, ubicación de Bocatoma, Conducción Bocatoma-Desarenador, Desarenador, Conducción a Estanques y estanques de Alevinaje y Cría.
- Aforo de caudal fuente Hídrica.

A continuación se presenta una aproximación de medida de caudal a la fuente hídrica por medio del método de velocidad superficial, el cual puede emplearse en secciones más o menos constantes y en tramos rectos, donde es posible suponer flujo uniforme.

Inicialmente se hizo reconocimiento de la sección hidráulica de la fuente hídrica, midiendo su profundidad en los extremos izquierdo, derecho y central de la sección a analizar, además se marca la distancia a recorrer el flotador para con esto aplicar la ecuación de continuidad. Al soltar el flotador en la sección indicada, se calcula la velocidad superficial mediante las siguientes expresiones:

1. $V_s = S/t.$ prom.

Donde:

V_s = Velocidad Superficial

S = Distancia que recorre el flotador (2,5 m)

$t.$ prom.= Tiempo que tarda el flotador en recorrer el tramo de análisis

Tiempo (s)	
t1	2,9
t2	3,4
t3	2,8
t4	2,6
t5	3,3
t. Prom.	3

Velocidad superficial (V_s) = $S * t.$ prom. = 0.75 m/s

Sin embargo para el análisis de caudal de la fuente hídrica es adecuado tomar un 80% de la velocidad superficial debido a errores presentados por velocidad del viento y a secciones no uniformes de la corriente.

$$V_{ms} = 0,75 * 0,80 = 0.66 \text{ m/s}$$

•

Donde:

Q = Caudal de la Fuente Hídrica

V_{ms} = Velocidad Superficial (0.60 m/s)

A = área promedio transversal de la fuente Hídrica

Área prom. Sección (m²)	
A1	0,86
A2	0,82
A3	0,83
A. Prom.	0,83

Finalmente se tiene un caudal aproximado de la fuente hídrica:

$$Q = 0.498 \text{ m}^3/\text{s} = 498 \text{ l/s}$$

Anexo B. ALGORITMO DE DISEÑO DE BOCATOMA LATERAL

DATOS DE ENTRADA			
DATOS	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Profundidad río	Prof.	m	0,45
Ancho de río	A. río	m	2,00
Caudal de diseño bocatoma	Qdb	l/s	80,00
DISEÑO DE REJILLA			
Factor de forma	B	_	1,79
Espesor de la barra (diámetro)	W	m	0,0254
Espaciamento mínimo entre barras	b	m	0,0500
Pérdidas por velocidad de aproximación	Hv	m	0,01836
Ángulo para limpieza de forma mecánica		°	75,00
Profundidad efectiva	H	m	0,01
Prevención para posible obstrucción por arrastre y acumulación	Hf	m	0,03
Carga real de agua por encima del vertedero ahogado o sumergido	H	m	0,35
Nivel de agua dentro de la caja de derivación por encima del vertedero ahogado o sumergido	T	m	0,32
Altura de rejilla adoptado	Hr	m	0,40
Sumergencia	S	_	0,83
Exponente como vertedero libre	N	_	1,50
Caudal captado si el vertedero fuese libre (no sumergido)	Q1	m ³ /s	0,15
Longitud efectiva (Criterio de Francis)	Le	m	0,41
Número de espacios	#E	_	8,13
Número de espacios	#E	_	12,00
Número de varillas	#V	_	7,13
Número de varillas definitivo	#V	_	11,00
Longitud total	LT	m	0,88
Longitud total definitiva	LT	m	0,90
Chequeo de longitud efectiva con la expresión de vertedero lateral(Criterio de Engels)	Lel	m	0,41
Diferencia entre longitud efectiva según Francis y Engels	_	m	0,00
Longitud efectiva definitiva	Le	m	0,41

Anexo C. ACTA DE OBRA PROYECTO “PRIMERA ETAPA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA PISCICULTURA COMO UNA ALTERNATIVA PARA GARANTIZAR SEGURIDAD ALIMENTARIA Y GENERACIÓN DE INGRESOS EN EL RESGUARDO DE MAYASQUER, MUNICIPIO DE CUMBAL, DEPARTAMENTO DE NARIÑO”

ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDADES CONTRATADAS
1,0	AJUSTE DE DISEÑOS		
1,1	Diseño bocatoma lateral	UN	1,00
1,3	Diseño desarenador	UN	1,00
2,0	CONSTRUCCIÓN DE BOCATOMA LATERAL		
2,1	Localización y replanteo	m ²	11,54
2,2	Excavación a mano hasta 1.50 m	m ³	17,30
2,3	Rejilla en acero diámetro 1"	UN	1,00
2,4	Solado de limpieza espesor e=0,05 m 2500 psi	m ²	11,54
2,5	Concreto de 3000 psi, 21 MPa	m ³	10,19
2,6	Acero de refuerzo 60000 psi, 420 MPa	Kg	400,28
2,7	Suministro e instalación de válvulas	UN	1,00
2,8	Escalón 3/4" i = 90 cm	UN	5,00
2,9	Compuertas para ingreso a limpieza	UN	1,00
2,10	Tubería para desagüe 6"	ml	6,00
2,11	Formaleta dos usos	m ²	46,21
2,12	Tapa cámara de recolección en lamina de acero	UN	1,00

Anexo D. ALGORITMO DE DISEÑO DESARENADOR CONVENCIONAL

DATOS DE ENTRADA			
DATOS	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR
Período de diseño	P	años	20,00
Número de módulos	NºM	UN	1,00
Ancho de río	A.rio	m	2,00
Temperatura del agua	Tº	º	14,00
Viscosidad cinemática agua	μ	cm ² /s	0,0106
Grado del remoción	n	—	1,00
Relación longitud - ancho	L/B	—	3:1
Cota batea tubería entrada desarenador	Cbted	m	2772,20
Diámetro comercial para tubería de aducción	Dc	m	0,20
Velocidad real	Vr	m/s	2,68
Caudal de diseño desarenador	Qdbd	m ³ /s	0,080
CALCULO DE PARAMETROS DE SEDIMENTACION			
Peso específico partículas arenas	s	g/cm ³	2,65
Peso específico agua	a	g/cm ³	1,00
Diámetro de partículas a sedimentar	Ds	cm	0,01
Velocidad de sedimentación de partículas	Vs	cm/s	0,85
Altura de sedimentación supuesta	H	cm	150,00
Tiempo que tarda una partícula llegar hasta el fondo	T	s	176,65
Coeficiente de retención hidráulico	k1	—	3,00
Período de retención hidráulico		s	529,94
Volumen del tanque	VT	m ³	31,87
Área superficial	As	m ²	21,25
Ancho del tanque	B	m	2,66
Ancho definitivo	B	m	2,70
Longitud del tanque	L	m	8,10
Carga hidráulica superficial para el tanque	Q	m/s	0,00283
Velocidad de sedimentación en condiciones teóricas	Vso	cm/s	0,283
Condición teórica vs/vso	—	—	3,00
Condición teórica /t	—	—	3,00
Si (si) de las condiciones teóricas vs/vso = /t	—	—	¡0K!
Velocidad horizontal máxima	Vhmax	cm/s	5,66
Velocidad horizontal	Vh	cm/s	1,53
Diámetro teórico partículas	dtp	cm	0,006
Velocidad de resuspensión	Vres	cm/s	9,98
Si (si) de las condición 1 de velocidad vh<vhmax	—	—	¡0K!
Si (si) de las condición 2 de velocidad vh<vres	—	—	¡0K!

Condición vh/vso	=	=	5,40
Si (si) de las condición $3 \cdot 9 < \text{vh/vso} < 15$	=	=	¡OK!
CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DEL DESARENADOR			
VERTEDERO DE SALIDA			
Altura lámina de agua sobre el vertedero de salida	Hv	m	0,053
Velocidad del vertedero de salida	Vv	m/s	0,42
Ecuación de alcance horizontal	Xs	m	0,31
Longitud vertedero	Lv	m	0,41
Longitud vertedero adoptada	Lv	m	0,40
PANTALLA DE SALIDA			
Profundidad pantalla de salida	PS	m	0,75
Distancia al vertedero de salida	DVS	m	0,79
Distancia al vertedero de salida adoptado	DVS	m	0,80
PANTALLA DE ENTRADA			
Profundidad pantalla de entrada	PE	m	0,75
Distancia a la cámara de quietamiento	DACA	m	2,03
Distancia a la cámara de quietamiento adoptado	DACA	m	2,00
ALMACENAMIENTO DE LODOS			
Relación longitud /profundidad de lodos 1/10	RL/PL	=	10,00
Profundidad máxima	PMAX	m	0,81
Profundidad máxima adoptada	PMAX	m	0,85
Profundidad mínima	PMIN	m	0,68
Profundidad mínima adoptada	PMIN	m	0,70
Distancia punto de salida a la cámara de quietamiento en 1/3	DPSCA	m	2,70
Distancia punto de salida al vertedero de salida en 2/3	DPSAVS	m	5,40
Pendiente transversal	PTRANS	%	11,1
Pendiente longitudinal en 1/3	PL/3	%	11,1
Pendiente longitudinal en 2/3	P2/3	%	5,6
CÁMARA DE QUIETAMIENTO			
Profundidad cámara de quietamiento lámina de agua hasta la base	PCA	m	0,50
Ancho cámara quietamiento	ACA	m	0,90
Largo cámara quietamiento	LCA	m	0,90
REBOSE DE LA CÁMARA DE QUIETAMIENTO			
Caudal de excesos	Qexc	m ³ /s	0,034
Altura de lamina de agua sobre el vertedero de rebose	He	m	0,076
Velocidad del vertedero de rebose	Ve	m/s	0,51
Ecuación de alcance horizontal	Xs	m	0,37
Longitud vertedero de rebose	Lv	cm	0,47

PERFIL HIDRÁULICO			
PÉRDIDAS A LA ENTRADA DE LA CÁMARA DE AQUIETAMIENTO			
Velocidad real	Vr	m/s	2,68
Velocidad en cámara de aquietamiento	V2	m/s	0,88
Pérdidas en la cámara de aquietamiento	hm	m	0,07
Pérdidas en la entrada de la zona de sedimentación			
CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LA TUBERÍA DE EXCESOS Y LAVADO			
TUBERÍA DE EXCESOS			
Debido a magnitud de los caudales la tubería de exceso es	TE	m	0,15
TUBERÍA DE LAVADO			
Cota de entrega del desagüe de lavado	CEDDL	m	95,05
Cota de lámina de agua a la entrada al desarenador	CLAED	m	98,87
Cota de lámina de agua sobre la tubería	CLAST	m	98,94
Diámetro nominal supuesto	DNS	m	0,20
Tubería pvc rde-41, c = 150	T.PVC	_	150
Diámetro real	DREAL	m	0,20
Longitud de la conducción	L.COND.	m	70
Altura disponible	H.DIS.	m	3,89
PÉRDIDAS EN LA CONDUCCIÓN (EN LONGITUD EQUIVALENTE)			
Entrada normal		m	2,50
Válvula de compuerta		m	1,10
Codo radio corto		m	4,90
Te cambio de dirección		m	10,00
Salida		m	5,00
Tubería		m	70,00
Longitud equivalente total		m	93,50
CÁLCULO DEL TIEMPO DE VACIADO			
Relación altura/longitud equivalente	J	m/m	0,042
Caudal inicial	Qinicial	m ³ /s	0,109
Ecuación de descarga de un orificio	Cd	_	0,51
Tiempo de vaciado	Tvaciado	MIN	19,67

DISEÑO DE CÁMARA DE DERIVACIÓN			
Cota nivel mínima de agua río	Cnmar	m	2783,4
Cota de nivel mínimo de agua en la cámara de derivación	Cnmacd	m	2783,4
Cota de nivel mínimo de agua en la cresta del vertedero	Cnmacv	m	2783,1
Longitud cámara de derivación	LTF	m	0,90
Ancho cámara de derivación	AF	m	0,68
Ancho cámara de derivación adoptado	AF	m	0,70
Caudal de diseño bocatoma – desarenador	Qdbd	m ³ /s	0,060
Coefficiente de contracción	C	–	0,61
Diámetro tubería de aducción supuesto	Ø	m	0,20
Área de tubería de aducción	A	m ²	0,032
Orificio sumergido	Ho	m	0,47
Cota eje tubería	Cet	m	2782,9
Cota batea tubería salida a desarenador	Cbtsd	m	2782,8

Anexo E. PLAN DE MANEJO

Anexo F. CATÁLOGO PROMOCIONAL DE LA REGIÓN

**Anexo G. PLANO GENERAL ESTACIÓN PISCÍCOLA, BOCATOMA Y
DESARENADOR.**