



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“DISEÑO DE UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL PARA EL  
CENTRO PISCÍCOLA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del título de  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR  
JHON ALEXANDER CARVAJAL RIVADENEIRA**

**MACAS – ECUADOR**

**2015**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

---

Dr. MC. Guido Aníbal Brito Zúñiga.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

ING. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Dr. M.C. Georgina Hipatía Moreno Andrade.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba 26 de Noviembre del 2015.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis

A. DIOS, y a la Virgen María, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Jhon Alexander.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la oportunidad de la vida, a mis padres por haber enseñado día a día que el sacrificio, la perseverancia y a la honradez son el camino seguro.

También a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Extensión Morona Santiago a la facultad de ciencias pecuarias y a su vez a la Escuela de ingeniería zootécnica por abrirme las puertas para recibir una educación formada.

Finalmente al GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO por permitirme realizar el trabajo de investigación y compartir sus conocimientos y experiencias.

Jhon Alexander.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Fotografías	ix
Lista de Anexos	x
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. QUE ES IMPACTO AMBIENTAL	3
1. <u>Causas del impacto ambiental</u>	3
2. <u>Consecuencias del impacto ambiental</u>	4
B. PASOS PARA UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL	6
1. <u>Instrumentos de planeación ambiental</u>	6
2. <u>Principios</u>	7
3. <u>Objetivos</u>	7
4. <u>Estrategias</u>	8
C. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	8
1. <u>Tipos de modelos</u>	9
a. Método cualitativo	9
D. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS	10
1. <u>Plan de monitoreo</u>	12
2. <u>Plan de contingencia</u>	12
3. <u>Emisión del informe final</u>	13
E. MATRIZ DE LEOPOLD	14
1. <u>Metodología general para la evaluación de los impactos ambientales</u>	17
2. <u>El índice integral de impacto ambiental VIA</u>	19
F. QUE ES PISCICULTURA	21
1. <u>Cultivo intensivo de peces</u>	22
G. TIPOS DE CULTIVO DE PECES	24
1. <u>Monocultivo</u>	24
2. <u>Policultivo</u>	25

H.	INSTALACIONES PARA EL CULTIVO DE ESPECIES DE AGUA DULCE	26
1.	<u>Estanques</u>	26
2.	<u>Forma y tamaño de estanques</u>	27
3.	<u>Control del caudal de agua</u>	28
I.	PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN PISCICULTURA	28
1.	<u>La gestión ambiental y las demandas del mercado</u>	30
2.	<u>Energía solar en piscicultura, un ejemplo de producción limpia y sostenible</u>	31
J.	EFFECTOS AMBIENTALES DEL DESARROLLO DE LA PISCICULTURA	33
1.	<u>Materia orgánica</u>	34
a.	Efectos ambientales en las aguas	35
b.	<u>Impactos en el medio ambiente</u>	36
2.	<u>Agentes químicos: fungicidas, antibióticos y compuestos antiparasitarios</u>	37
3.	<u>Conflictos en el uso de tierras y aguas</u>	38
4.	<u>Polución acuática y otros cambios ambientales</u>	39
K.	COMO IMPLEMENTAR UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS DEL SECTOR PISCÍCOLA	41
1.	<u>Ampliación de la disponibilidad, el acceso y mejoramiento del uso de los factores productivos básicos</u>	43
2.	<u>Disponibilidad, acceso y uso eficiente del suelo y riego</u>	43
3.	<u>Insumos utilizados en las labores de cultivo de especies acuáticas</u>	44
a.	El Alimento	45
b.	La huella ecológica	46
c.	Instalación de centros de cultivo	46
d.	Los desechos	46
L.	SANIDAD PISCÍCOLA	47
a.	Equipos	48
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	49
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENT	49
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	49

C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	50
1.	<u>De campo</u>	50
2.	<u>De laboratorio</u>	50
3.	<u>Reactivos</u>	51
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	51
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	51
1.	<u>Análisis de agua</u>	51
2.	<u>Análisis del suelo</u>	52
3.	<u>Identificación de Impactos Ambientales</u>	52
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	52
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	53
1.	<u>Observación Reconocimiento de Campo del Centro Piscícola</u>	53
2.	<u>Descripción del Área de Influencia y levantamiento de la línea base</u>	53
3.	<u>Revisión Ambiental Inicial y Análisis de Impactos</u>	53
4.	<u>Evaluación de las aguas residuales</u>	54
5.	<u>Alimentación de los peces</u>	54
6.	<u>Diseño del Plan de Administración Ambiental</u>	54
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	55
1.	<u>Análisis físico-químicos del agua</u>	55
a.	Demanda Bioquímica de Oxígeno	55
b.	Demanda Química de Oxígeno, (DQO)	57
c.	pH del agua	58
d.	Determinación de Sólidos totales	59
2.	<u>Análisis del suelo</u>	60
a.	Contenido de materia orgánica	60
b.	Determinación del nitrógeno del suelo	61
3.	<u>Identificación de los impactos ambientales</u>	63
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	66
A.	PLANTEAMIENTO DE LA LÍNEA BASE	64
1.	<u>Presentación de la institución</u>	66
2.	<u>Ubicación y localización de la empresa</u>	66
a.	Ubicación y georefenciación	66
3.	<u>Descripción del entorno</u>	67

a.	Actividad principal a la que se dedica	67
4.	<u>Reglamentos internos referentes a la gestión ambiental</u>	67
a.	Políticas de la institución	67
b.	Misión	68
c.	Visión	68
d.	Política Ambiental	68
e.	Problemática del sector	69
5.	<u>Suelo</u>	69
a.	Tipos de suelos y calidad de suelos	69
6.	<u>Climatología</u>	70
7.	<u>Componente hídrico</u>	73
8.	<u>Componente biótico</u>	74
a.	Flora y fauna	74
B.	REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL	77
1.	<u>Ingreso Centro Experimental Piscícola de la Plaza Tiwintza</u>	77
a.	Acciones de mitigación	76
2.	<u>Interior del Laboratorio de inducción sexual</u>	78
a.	Acciones de remediación	79
3.	<u>Exterior del Laboratorio de inducción sexual</u>	80
a.	Acciones de remediación	80
4.	<u>Drenaje y acumulación de las aguas residuales</u>	81
a.	Acciones de remediación	81
5.	<u>Peceras de los reproductores</u>	82
a.	Acciones de remediación	82
6.	<u>Bodegas de almacenamiento</u>	83
a.	Acciones de remediación	83
7.	<u>Seguridad industrial del personal que labora en centro piscícola</u>	84
a.	Acciones de remediación	84
8.	<u>Uso indebido de la señalética</u>	85
a.	Acciones de remediación	85
C.	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA LISTA DE CHEQUEO DE LAS OPERACIONES REALIZADAS EN EL CENTRO PISCICOLA DE LA PLAZA TWINTZA DEL CANTON MORONA SANTIAGO	86



1.	<u>Descripción del proceso de operación</u>	86
a.	Alimentación larvas	86
b.	Alimentación estanques (Tinas)	86
c.	Alimentación peceras	86
d.	Limpieza estanques (Tinas)	87
e.	Limpieza de laboratorio	87
f.	Despacho de alevines	87
g.	Calentamiento de las peceras	87
h.	Extracción de ovas	88
2.	<u>Resultado de las listas de chequeo aplicadas en la el Centro Experimental Piscícola</u>	88
3.	<u>Resultado de las listas de chequeo del criterio referente al uso del agua</u>	90
4.	<u>Resultado de las listas de chequeo del criterio referente al manejo de materias primas, materiales auxiliares y manejo de residuos</u>	93
5.	<u>Resultado de las listas de chequeo del criterio referente al manejo de residuos y efluentes</u>	96
6.	<u>Resultado de las listas de chequeo del criterio referente a la gestión energética</u>	98
7.	<u>Resultado de las listas de chequeo del criterio referente a la seguridad, salud y mantenimiento de instalaciones</u>	100
D.	EVALUACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL CENTRO PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO	100
1.	<u>Matriz de identificación de los impactos</u>	100
2.	<u>Matriz de valoración de los impactos</u>	106
E.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS APLICADOS A LAS MUESTRAS DE AGUA DE AFLUENTES Y EFLUENTES DE LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO	112
1.	<u>Demanda bioquímica de oxígeno, (DBO<sub>5</sub>)</u>	112
2.	<u>Demanda química de oxígeno, (DQO)</u>	114
3.	<u>Contenido de Sólidos totales</u>	118

4.	<u>Potencial hidrogeno, pH</u>	120
F.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS APLICADOS A LAS MUESTRAS DE SUELO TOMADOS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO	122
1.	<u>Contenido de Materia orgánica del suelo</u>	122
2.	<u>Contenido de Nitrógeno del suelo</u>	124
G.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	127
1.	<u>Plan de prevención</u>	127
2.	<u>Plan de mitigación</u>	128
a.	Manejo de desechos sólidos	128
b.	Vertidos residuales	129
H.	EVALUACION ECONÓMICA	131
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	133
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	134
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	135
	ANEXOS	

## RESUMEN

En el centro experimental piscícola del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago, se realizó un Plan de Administración Ambiental, en vista de que la investigación fue de carácter evaluativa ambiental se manejó como unidades experimentales a las muestras de aguas residuales y suelo, las mismas que fueron tomadas en base a un modelo de muestreo mixto. Se observó que de las operaciones productivas ejecutadas por el personal y las decisiones administrativas de los directivos solo el 42% consideran el cuidado del recurso agua. Al realizar la revisión ambiental inicial, se determinó que los caminos de ingreso no brindan seguridad ante posibles derrames de combustible, que influiría directamente sobre los procesos de reproducción y reversión sexual de los alevines de tilapia. Una vez aplicadas las matrices modificadas de Leopald, se alcanzó una calificación de -1; es decir, que su efecto no es altamente contaminante. El análisis del agua determinó que no existe una alteración en la calidad, ya que la DBO5, inicialmente fue de 53,03 mg/l, y se incrementó a 69,85 mg/l, DQO de 31,32 mg/l; se elevó a 37,95 mg/l, los sólidos totales de 181,49 ppm ascendió a 225,27 ppm, determinándose, que los procesos industriales del centro piscícola no representan cambio en la calidad del agua. Para la ejecución de los términos de referencia del Plan de Administración ambiental es necesario incursionar en gastos tanto para el diagnóstico como para plantear egresos producto de las medidas de mitigación por lo tanto se proyecta un costo de 2750 dólares americanos.

## ABSTRACT

In the experimental center piscicola of Autonomous Decentralized Provincial Government of Morona Santiago an environmental management plan was carried out, given that the investigation an evaluative environmental character it managed as experimental samples of sewage water and ground units, the same that were taken based on a model of mixed sampling. It observed that the productive operations performed by administrative staff and management decisions; only 42% of directives consider the care of water resources. In conducting the initial environmental review, it determined that entry roads do not provide security against possible oil spills, which would directly influence the processes of reproduction and sex reversal of alevines of tilapia. Once applied the modified matrices of Leopald, it reached a score of -1; that is, that its effect is not highly polluting. The water analysis determined that there is no alteration in the quality, because BOD5 initially was 53,03mg / l, and it increased to 69,85 mg / l, DQO of 31.32 mg / l; it raised to 37.95 mg / l, total solids of 181.49 ppm increased to 225.27 ppm determining that the industrial processes of center piscicola do not represent changes in water quality. For the execution of the terms of reference of the Environmental Administration plan is necessary for both venture expenses as for diagnosis and to raise expenses, proceeds of mitigation measures therefore a cost of 2,750 US dollars is projected.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL IMPACTO AMBIENTAL.	5
2.	IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL PROCESO.	32
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN MACAS.	49
4.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.	64
5.	MATRIZ DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.	65
6.	DATOS GEOGRÁFICOS DEL CENTRO EXPERIMENTAL PISCÍCOLA, DE LA PLAZA TWINTZA.	66
6.	HUMEDAD ATMOSFÉRICA ANUAL DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	68
7.	TEMPERATURA ANUAL DE LA PROVINCIA MORONA SANTIAGO.	70
8.	HUMEDAD ATMOSFÉRICA ANUAL DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	70
9.	PRESIÓN ATMOSFÉRICA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	71
10.	RADIACIÓN SOLAR ANUAL DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	71
11.	PLUVIOSIDAD DE LA PROVINCIA MORONA SANTIAGO.	72
12.	VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	72
13.	HUMEDAD DEL SUELO DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	73
14.	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS.	75
15.	FAUNA DE LA ZONA.	76
16.	AVES E INSECTOS DE LA ZONA.	77
17.	CRITERIOS GENERALES EVALUADOS DENTRO DE LAS LISTAS DE CHEQUEO.	89
18.	MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL CRITERIO USO DEL AGUA.	91
19.	MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL MANEJO DE LA MATERIA PRIMA, MATERIALES AUXILIARES Y RESIDUOS.	94

20.	MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y VERTIDOS.	97
21.	MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL CONSUMO ENERGÉTICO.	99
22.	MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL SEGURIDAD, SALUD Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES.	101
23.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO.	104
24.	CATEGORIZACIÓN DEL PROCESO EN BASE A LA CANTIDAD DE INTERACCIONES ACTIVIDAD-COMPONENTE AMBIENTAL QUE REGISTRAN IMPACTO.	105
25.	CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.	107
26.	MATRIZ DE INTERACCIÓN ACTIVIDAD-FACTOR AMBIENTAL GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO.	109
27.	CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN FUNCIÓN A LA RELACIÓN C/N.	111
28.	CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN FUNCIÓN A LA RELACIÓN C/N.	115
29.	CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN FUNCIÓN A LA RELACIÓN C/N.	125
30.	PROYECCIÓN ECONÓMICA.	132

**LISTA DE GRÁFICOS**

N°		Pág.
1.	Desarrollo de la piscicultura.	21
2.	Estanques en un terreno en declive para el mejor manejo del agua.	24
3.	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) de las muestras de agua de los efluentes generados a la entrada y salida, en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	113
4.	Demanda química de oxígeno (mg/L) de las muestras de agua de los afluente utilizados en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	117
5.	Demanda química de oxígeno (mg/L), de las muestras de agua de los efluentes generados a la entrada y salida, en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	117
6.	Contenido de sólidos totales, de las muestras de agua de los efluentes generados a la entrada y salida, en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	119
7.	pH de las muestras de agua de los efluentes generados a la entrada y salida, en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	121
8.	Contenido de materia orgánica de las muestras de suelo tomadas en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	123
9.	Contenido de materia nitrógeno de las muestras de suelo tomadas en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.	126

**LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

N°		Pág.
1.	Imagen referencial de las instalaciones de la piscícola.	67
2.	Ingreso Centro Experimental Piscícola de la Plaza Twintza.	78
3.	Interior del Laboratorio de inducción sexual.	79
4.	Exterior del Laboratorio de inducción sexual.	80
5.	Drenaje y acumulación de las aguas residuales.	81
6.	Peceras de los reproductores.	82
7.	Bodegas de almacenamiento.	83
8.	Seguridad industrial del personal que labora en centro piscícola.	84
9.	Uso indebido de la señalética.	83



## **I. INTRODUCCIÓN**

En el inicio de este siglo, la acuicultura se enfrenta a grandes desafíos para producir una mayor cantidad de alimentos, reducir los costos de producción, minimizar el uso de los recursos y conservar el medio ambiente para beneficio de la comunidad y de los propios productores. Aun cuando los esfuerzos a realizar no parecieran ser fáciles, se estima que ésta será una de las producciones que tendrán un brillante y prometedor futuro en el siglo XXI. El impacto ambiental más frecuente que se presenta por la actividad acuícola en nuestro país, es la contaminación de los cuerpos de aguas naturales con nutrientes y materia orgánica debido a la descarga de efluentes no tratados.

La literatura especializada muestra diversos esfuerzos por calcular teóricamente el aporte de nutrientes que representan las actividades acuícolas a los sistemas acuáticos, tomando como base el incremento de peso total, ingestión de alimento y retención de nutrientes, y los residuos que se pueden generar a partir de esta, observando que los datos obtenidos por estimación son muy similares a los encontrados en muestreos ambientales o incluso por debajo de la descarga real. En lo expuesto reflejamos el porqué de apoyar a este sector importante en el mundo y muy particularmente en el país, además con el presente proyecto su estudio y aplicación permitirá contribuir al desarrollo de este sector, lo cual aportará ingresos para nuestro país y a la vez mejorará la calidad de vida.

Tras varias décadas de vacilación o abierto escepticismo, las dependencias gubernamentales encargadas de la administración y desarrollo de piscifactorías y las industrias del sector privado relacionados con estas, actualmente conceden un lugar de importancia a la piscicultura, hasta fechas recientes estaba todavía en debate su posición en el contexto de la producción global de alimento, el manejo de los recursos acuáticos y el desarrollo socioeconómico de regiones rurales. Este estado de cosas se ha modificado radicalmente con los cambios en las piscifactorías mundiales y el gran éxito de ciertas clases de empresas acuiculturales, las organizaciones de ayuda y desarrollo ahora la consideran un reglón prioritario, y en la actualidad varias instituciones científicas y técnicas

investigan varios aspectos de la acuicultura, que es una actividad de rápida expansión en el país, pues tiene la característica de ser utilizada como herramienta importante para la seguridad alimentaria, sin embargo es necesario que se realice pensando en el bienestar tanto del productor como de las personas que laboran en la empresa como los vecinos, para lo cual es muy necesario el conocimiento de principios de tipo ambiental. Una de las principales críticas a la actividad acuícola, es la de ser una actividad poco sustentable ya que ocasiona importantes impactos ambientales, es decir es necesario determinar a través del diagnóstico, línea base y listas de chequeo de la empresa, hasta qué punto se está afectando el medio biótico que circunda al centro mucho más cuando es parte de un organismo gubernamental que son los entes reguladores de las nuevas políticas ambientales muy necesarias para mantener el principio del buen vivir y sobre todo para poder constituirse, como centros tipo modelo, una vez que sean implantadas las medidas de mitigación que nacen de la determinación de los posibles impactos hacia los medios bióticos o abióticos del ecosistema. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Diseñar el plan de administración ambiental para el Centro Piscícola Del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago.
- Realizar la revisión ambiental Inicial para identificar el área de incidencia de los impactos generados por el Centro Piscícola del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago.
- Evaluar las actividades y factores ambientales afectados en las Matrices modificados de Leopold, que servirán para el Plan de Administración Ambiental.
- Determinar la rentabilidad del Diseño del Plan de Administración ambiental para el centro Piscícola.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. QUE ES IMPACTO AMBIENTAL**

Herrero, M. (2008), informa que existen una amplia gama de preocupaciones a nivel ambiental, las cuales mayormente provienen de la forma de energía, petróleo o gas natural y que es utilizada en varios países. La contaminación de los mares con petróleo, si bien se han tomado y dispuesto importantes previsiones técnicas y legales al respecto, el mencionado tipo de contaminación que daña severamente a la fauna marina, las aguas y la vegetación, es una problemática que lamentablemente no ha llegado a buen final todavía. La energía radioactiva también genera muchos desechos y contaminantes radioactivos que provienen de las reacciones nucleares, de yacimientos de minerales radioactivos o de plantas en las cuales se refinan a los mismos. Otro impacto que también se inscribe dentro de la explotación de los recursos energéticos es la contaminación acústica, porque el ruido producido por la industria puede disminuir considerablemente la capacidad auditiva y afectar severamente al sistema circulatorio. También la minería y el procesamiento de este tipo de materiales tienden a producir negativos efectos sobre el aire que respiramos, los suelos, el agua, los cultivos, la fauna e incluso la salud humana. Y otra cuestión también muy plausible de generar efectos súper negativos en el medio ambiente es la emisión de gases de efecto invernadero, que tan tristemente célebre se ha hecho últimamente con las campañas que muchas organizaciones y artistas se encuentran haciendo con el eslogan en contra del cambio climático.

#### **1. Causas del impacto ambiental**

Para <http://www.buenastareas.com>.(2015), las industrias contribuyen a la contaminación del aire, destruye los ecosistemas, medio ambiente, la atmósfera, hace inservible e improductiva grandes extensiones de tierra, y destruye las fuentes de los recursos hídricos y contamina el agua, que es importantísimo en cualquier actividad económica. A través de sustancias de desecho como el

monóxido de carbono, producido por la combustión de derivados del petróleo; y el sílice, generado por la industria siderúrgica, produce enfermedades pulmonares. En cuanto a la contaminación del agua, las industrias desechan sustancias tóxicas en los ríos y mares, tales como las aguas negras, producen enfermedades digestivas y en la piel. Los derrames de petróleo impiden el paso del oxígeno a muchas especies de animales y vegetales acuáticos.

Para [\(http://www.hannachile.com/articulos.com\)](http://www.hannachile.com/articulos.com).(2015), cuando algunos desechos gaseosos como el humo y el óxido de azufre reaccionan con el agua, se convierten en ácidos, que al caer en forma de lluvias a la contaminación del suelo, afectando su fertilidad y debilitando a las plantas. Además, se generan toneladas de basura que empobrecen los suelos. Tales ramas de la economía son las principales fuentes de contaminación atmosférica, ya que emiten diversos gases, partículas y polvo a la atmósfera.

## **2. Consecuencias del impacto ambiental**

Para [\(http://www.buenastareas.com\)](http://www.buenastareas.com).(2015), todas nuestras acciones que impactan al medio ambiente, tarde o temprano, van sumándose a las de otras personas y acaban por manifestarse como problemas ambientales verdaderamente serios. Algunos de ellos los debes haber visto o vivido directamente, y algunos otros atectarán indirectamente. Algunas de las consecuencias del impacto ambiental nos afectan a todos como humanidad y a veces de manera diferente y permanente, por eso es que estos problemas deben ser problemas de todos, pues todos estamos involucrados en su solución o nos veremos afectados si persisten. Algunas consecuencias:

- Cambio climático. Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera. Son debidos a causas naturales y la acción de la humanidad.

- Agotamiento de la capa de ozono: El agotamiento de la capa de ozono, amenaza a la diversidad biológica, ya que ésta resulta afectada al recibir mayor cantidad de radiación solar nociva (rayos ultravioleta).
- Deforestación La deforestación es el proceso de desaparición de los bosques o masas forestales, fundamentalmente causada por la actividad humana, tala o quema de árboles accidental o provocada.
- Pérdida de biodiversidad. Las especies dejan de existir de forma natural cuando no se adaptan más al medio en que viven, son incapaces de reproducirse y alimentarse, como se indica en el (cuadro 1).

Cuadro 1. CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL IMPACTO AMBIENTAL.

	Causa	Efecto
Contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertidos industriales con sustancias tóxicas.</li> <li>• Vertidos de aguas residuales (aguas fecales).</li> <li>• Vertidos a altas temperaturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eutrofización.</li> <li>• Disminución biodiversidad.</li> </ul>
Contaminación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposición incontrolada de residuos.</li> <li>• Fugas y accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación aguas subterráneas y superficiales.</li> <li>• Perdida biodiversidad.</li> </ul>
Agotamiento de recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo desmedido de recursos naturales (Materia prima, energía, agua, suelo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida biodiversidad.</li> <li>• Agotamiento recursos.</li> <li>• Contaminación.</li> <li>• Deforestación.</li> </ul>
Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes de emisiones móviles (transporte).</li> <li>• Fuentes de emisiones fijas (industria, hogares, vertederos...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción capa de ozono.</li> <li>• Efecto invernadero.</li> <li>• Lluvia ácida.</li> <li>• Smog.</li> </ul>
Efectos locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de ruido, vibraciones, olores provenientes de diferentes actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desde molestias a daños irreversibles.</li> </ul>

Fuente: <http://www.buenastareas.com>.(2015).

## **B. PASOS PARA UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

Para <http://www.twenergy.com>.(2015), el Plan de Gestión Ambiental (PGA), es el instrumento de planeación ambiental de largo plazo de Bogotá, D.C. en el área de su jurisdicción, que permite y orienta la gestión ambiental de todos los actores estratégicos distritales, con el propósito de que los procesos de desarrollo propendan por la sostenibilidad en el territorio distrital y en la región. Cualquier estrategia e intervención sobre el territorio debe corresponder y estar conforme con los lineamientos ambientales del PGA, el cual se hace operativo a través de los instrumentos de planeación ambiental de corto plazo y de alcances específicos. Su revisión, cada diez años, será coordinada por la autoridad ambiental. Las entidades que integran el Sistema Ambiental del Distrito Capital - SIAC son ejecutoras principales del PGA, mientras que las demás entidades distritales, organizadas por sectores, son ejecutoras complementarias, conforme a sus atribuciones y funciones misionales, en la medida en que contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias del PGA, entre otros, mediante su Plan Institucional de Gestión Ambiental - PIGA, como uno de los instrumentos de planeación ambiental. La coordinación del SIAC es realizada por la Secretaría Distrital de Ambiente en el marco de la Comisión Intersectorial para la Sostenibilidad, Protección Ambiental y el Ecurbanismo del Distrito Capital.

### **1. Instrumentos de planeación ambiental**

Según <http://www.ambiente.gob.ec>.(2015), los instrumentos de planeación ambiental son los componentes de la gestión ambiental del Distrito Capital, que conforme a sus alcances y características específicas, cumplen, se enmarcan y permiten materializar el Plan de Gestión Ambiental. Dentro de estos se encuentran los "instrumentos operativos de planeación ambiental", por un lado, y "otros instrumentos de planeación ambiental".

Peralta, J. (2005), afirma que son los instrumentos que operatividad e implementan de manera directa el Plan de Gestión Ambiental, a través de la

formulación y seguimiento de planes de acción de corto plazo, cuyos principales responsables son las entidades distritales. Dentro de estos instrumentos se encuentran el Plan de Acción Cuatrienal Ambiental - PACA, los Planes Ambientales Locales - PAL y los Planes Institucionales de Gestión Ambiental - PIGA. Se caracterizan por no direccionarse a recursos naturales específicos (como los PMA o los POMCA), sino a escalas político-administrativas en general, como la ciudad, las localidades y las entidades distritales. Además, porque priorizan e incluyen la dimensión ambiental en los periodos de armonización de la administración distrital.

## **2. Principios**

Según [\(2015\)](http://www.archivonacional.go.cr), la gestión ambiental, además de conformar objetivos y estrategias, se rige bajo un marco general que es transversal a todos los procesos, acciones y fenómenos que suceden en la cotidianidad del territorio y de los actores estratégicos que en éste convergen. Los principios conforman los aspectos que se deben tener en cuenta no solo en la gestión y las políticas públicas en términos de la gobernabilidad, sino que a su vez enmarca comportamientos y acciones de corresponsabilidad, teniendo como premisa el concepto de sostenibilidad en el desarrollo cotidiano de la ciudad, las acciones colectivas y la participación ciudadana, y la inserción de la ciudad y la región en contextos y escalas superiores.

## **3. Objetivos**

Peralta, J. (2005), afirma que el objetivo general de la gestión ambiental del Distrito Capital es propender por el uso racional de los recursos y un ambiente saludable, seguro, propicio, diverso, incluyente y participativo en su territorio para las generaciones presentes y futuras, actuando responsablemente con la región y el planeta.

#### **4. Estrategias**

Para <http://www.epa.gov>.(2015), son los lineamientos que orientan la gestión ambiental en el Distrito Capital hacia el logro de los objetivos ambientales, a la vez que perfilan el método particular por el cual opta el Plan de Gestión Ambiental para desarrollarlos, de acuerdo a los instrumentos de planeación ambiental.

#### **C. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Quiles, H. (2014), explica que el método elegido para la elaboración de una EIA debe permitir identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales sobre un proyecto. Se pueden distinguir entre aquellos que identifican esos impactos:

- Matrices de interacción: Listas de chequeo o verificación y Diagramas de Flujo, sirven para elaborar un primer diagnóstico ambiental permitiendo la identificación de impactos, organizando la información obtenida, comparando las diferentes alternativas e identificando las relaciones causales directas que pueden ser aditivas o sinérgicas.
- Matriz simple de causa-efecto: por medio del cruce de acciones, se puede conocer el alcance y efectos del proyecto. Ayuda a determinar el orden del impacto y las relaciones más complejas. Sirve de base para los modelos de simulación.

Astorga, A. (2014), menciona que en aquellos métodos que permiten evaluar los impactos la matriz aplicada es Matriz de evaluación ponderativa: a través de una matriz de causa-efecto se logra ponderar el impacto de las acciones sobre el medio ambiente y así medir su calidad. Estas mediciones se establecen como parámetros por medio de los cuales se puede manejar e interpretar el impacto o efecto. Deben ser índices cuantificables o valorativos.



## **1. Tipos de modelos**

Para <http://www.produccionlimpia.cl>.(2014), para poder medir esos efectos se utilizan Modelos cuantitativo y cualitativo: ambos se complementan. Predicen y valoran los impactos y simulan posibles escenarios. Los primeros dejan de lado los impactos difíciles de cuantificar, mientras que los segundos valoran los impactos permitiendo una simulación más simple en el tiempo.

### **a. Método cualitativo**

Torres, R. (2014), constata que el método cualitativo preliminar sirve para valorar las distintas alternativas de un mismo proyecto. El modelo más utilizado es la llamada Matriz de Leopold, que consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos. Cada celda (producto de la intersección de filas y columnas), se divide en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud del impacto (M) y en la parte inferior la intensidad o grado de incidencia del impacto (I).

- Según sea la valoración para M: Magnitud del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10, precedido del signo + ó - , si el impacto es positivo o negativo respectivamente.
- Según sea la valoración para I: Incidencia del Impacto medido en una escala ascendente de 1 a 10.

Para <http://envoronmentalguidelines.com>.(2014), la suma de los valores que arrojen las filas indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, mientras que la suma de los valores de las columnas, arrojará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá al medio. Ambas estimaciones se realizan desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración, pero si el equipo evaluador es multidisciplinario, la manera de operar será bastante objetiva y servirá como estudio preliminar. De esta manera la Matriz de Leopold

se convierte en eje del Estudio del Impacto Ambiental a la hora de evaluar la magnitud e importancia, y formará parte de Estructura de la Evaluación de Impacto Ambiental.

#### **D. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE IMPACTOS**

Arellano, A. (2014), considera que prevenir, paliar o corregir el impacto ambiental significa introducir medidas preventivas o correctoras en la actuación con el fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio con el fin de alcanzar la mejor calidad ambiental del proyecto.
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto produce sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Para <http://www.agrilinkintl.com>.(2014), las medidas de mitigación tienden a compensar o revertir los efectos adversos o negativos del proyecto. Se aplican según correspondan en cualquiera de las fases (planificación, constructiva, operativa o de abandono). Estas son:

- Medidas preventivas: evitan la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, materias primas, localización, etc.).
- Medidas correctoras de impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre procesos constructivos, condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor o receptor, etc.
- Medidas compensatorias de impactos irreversibles e inevitables, que no

evitan la aparición del efecto ni lo anulan o atenúan, pero compensan de alguna manera la alteración del factor. Según la gravedad y el tipo de impacto.

Carrizo, J. (2014), finaliza que las medidas preventivas se introducen en la fase de planificación (proyecto), mientras que las correctoras y compensatorias en la fase de funcionamiento (constructiva, operativa o de abandono). El objeto de las medidas de mitigación puede resumirse en:

- Medidas dirigidas a mejorar el diseño.
- Medidas para mejorar el funcionamiento durante la fase operacional.
- Medidas dirigidas a mejorar la capacidad receptiva del medio.
- Medidas dirigidas a la recuperación de impactos inevitables, medidas compensatorias para los factores modificados por efectos inevitables e incorregibles.
- Medidas previstas para el momento de abandono de la actividad, al final de su vida útil.
- Medidas para el control y la vigilancia medioambiental, durante las fases operacional y de abandono.

Según [http:// www.argenbio.org/adc/uploads/biorremediacion](http://www.argenbio.org/adc/uploads/biorremediacion). (2014), se deben tener en cuenta al tomar la decisión de aplicar una medida de mitigación los siguientes aspectos:

- Efecto que pretende corregir la medida.
- Acción sobre la que se intenta actuar o compensar.
- Especificación de la medida.
- Otras opciones correctoras que brinda la tecnología.
- Momento óptimo para la introducción. Prioridad y urgencia.
- Viabilidad de la ejecución.
- Proyecto y costo de la ejecución.
- Eficacia esperada (importancia y magnitud).
- Impactos posibles inherentes a la medida.

- Conservación y mantenimiento.
- Responsable de la gestión.

Carrizo, J. (2014), señala que evaluar el costo de las medidas correctoras resulta de vital importancia. Si éstas son superiores al 20% de la inversión del proyecto, le corresponde nivel 5, entre 20% y 10% nivel 4, entre 10% y 5% nivel 3, entre 5% y 1% nivel 2 y menos de 1% nivel 1. El impacto final previsto por la acción del proyecto, resulta de la suma entre el impacto total del proyecto sin contemplar medidas correctoras y el impacto positivo como consecuencia de los efectos causados por las acciones debidas a las medidas correctoras.

### **1. Plan de monitoreo**

Quiles, H. (2014), explica que verifica la efectividad de aplicación de las medidas propuestas, detecta desviaciones, identifica las causas y propone medidas correctivas. Este plan debe tener una frecuencia de ejecución programada y consensuada con los responsables intervinientes. Los parámetros a medir son efluentes, residuos, contaminación, etc.

- Grado de eficacia de las medidas precautorias, protectoras, correctoras y compensatorias.
- Medida de los impactos residuales cuya total corrección no sea posible ni esperada.
- Medida de otros impactos no previstos y de posterior aparición a la ejecución.

### **2. Plan de contingencia**

Para <http://www.rlc.fao.org>.(2014), el plan de contingencia tiene por objetivo:

- Evaluar los riesgos a los cuales estará sometido el proyecto en relación a tipo,

magnitud, severidad y probabilidad, y establecer la disponibilidad de capacidades y recursos presentes.

- Evaluar los equipos de control, establecer las funciones, roles y responsabilidades de cada participante del proyecto y capacitar al personal afectado. Dar a conocer el plan al público en general (personal afectado, comunidad, autoridades competentes).

### **3. Emisión del informe final**

Carrizo, J. (2014), opina que la síntesis del proceso, la comunicación de todos los aspectos estudiados, analizados y valorados, se plasman en el Informe Final. Su objetivo principal es que el público en general y la administración en particular, puedan juzgar y decidir sobre la admisibilidad ambiental del proyecto. Para ello existen una serie de características generales que debe cumplir el informe. Además de su calidad técnica, debe ser comprensible, de secuencia lógica y debe resaltar los aspectos trascendentes. Debe contener al menos los siguientes puntos:

- Descripción del proyecto.
- Descripción del marco político, legal y administrativo que lo contiene.
- Estudio del medio en la situación pre operacional.
- Acciones que puedan modificar el medio en las distintas fases.
- Factores susceptibles de recibir impactos.
- Alternativas a la acción proyectada.
- Relaciones entre las utilizaciones a corto plazo de los recursos ambientales y la productividad a largo plazo.
- Usos irreversibles o insustituibles de los recursos.
- Discusión de los resultados obtenidos en la valoración cualitativa y cuantitativa.
- Conclusiones y programa de vigilancia ambiental.
- Anexos con referencias bibliográficas, cartografía, protocolo de análisis, estadísticas, Gráficos, matrices, fotos, etc.

## E. MATRIZ DE LEOPOLD

Romero, P. (2001), manifiesta que el análisis del impacto ambiental requiere la definición de dos aspectos de cada una de las acciones que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente. El primer aspecto es la "magnitud" del impacto sobre sectores específicos del medio ambiente. El término "magnitud" se usa aquí en el sentido de grado, tamaño, o escala. El segundo aspecto es la "importancia" de las acciones propuestas sobre las características y condiciones ambientales específicas. La magnitud del impacto puede ser evaluada en base a hechos; sin embargo, la importancia del impacto se basa generalmente en un juicio de valor, para lo cual se utiliza el método de la Matriz de Leopold que fue creado por el Dr. Luna Leopold y colaboradores del Geofisical Survey de los Estados Unidos en 1971, como elemento de guía para este tipo de estudios fue uno de los métodos sistemáticos para la Evaluación del Impacto Ambiental que es el que mejor se ajusta a las distintas necesidades, tanto la profundidad en las fases del proyecto, como la aplicabilidad a las diferentes realidades en donde se desenvuelve el mismo. Es importante como precursor de trabajos posteriores y porque su método a menudo es utilizado para el análisis de impactos ambientales en una primera instancia, o sea, para la evaluación preliminar de los impactos que puedan derivarse de ciertos proyectos. El método se basa en una matriz que consta de 100 acciones que pueden causar impacto en el ambiente dispuestas en las columnas, mientras los factores o condiciones ambientales a ser alterados, están ubicadas en las filas en número de 88.

En <http://www.monografias.com>.(2015), se indica que de esto se desprende que el número total de afectaciones posibles de registrar son 8800 y los datos de cada casillero sumarian 17600, lo que a simple vista representa un total voluminoso de datos. Sin embargo para una evaluación específica no se utilizan todas las acciones ni todas las características registradas dando como resultado que la matriz a operar sea una que suele contener usualmente entre 75 y 150 interacciones, dependiendo del grado de profundidad en el que se halle el estudio. Entre las desventajas de la utilización de la Matriz de Leopold constan:

- No toma en cuenta, efectos temporales y permanentes que puedan presentarse al ejecutarse una acción. No refleja la secuencia temporal de impactos, pero es posible construir una serie de matrices ordenadas en el tiempo.
- Falta de objetividad en el sentido de que cada usuario pueda elegir valores a su libre criterio, lo que incorpora en ella es un gran ingrediente de subjetividad, por eso este método lo debe usar personal con criterio formado a través del adiestramiento y/o experiencia previa, de forma que represente lo mejor posible la realidad en la que se desenvuelve el proyecto a ejecutarse.
- La matriz no es selectiva y no posee mecanismos para diferenciar áreas críticas de interés, relacionada a esto, la matriz no distingue los efectos temporales de los permanentes. Carecen de capacidad para considerar la dinámica interna de los sistemas ambientales. No obstante, esta carencia puede enmendarse si la matriz utilizada se acompaña de una matriz de interacciones”.

López, M. (2002), registra que entre las ventajas de la utilización de la Matriz de Leopold constan:

- Una dificultad de los métodos matriciales es el tiempo requerido para evaluar muchas alternativas de un proyecto; aunque examinar un proyecto o pocas alternativas no es particularmente difícil.
- Se puede evaluar matrices por áreas dependiendo del proyecto, a cada una de ellas se le dará un valor( porcentaje), del valor total,
- El usuario puede acomodar la utilización de la matriz a sus necesidades específicas y es más puede aplicar variantes como la de elaborar matrices por aspectos de afectación como por ejemplo: biológico, sanitario, económico, etc.
- Cuando se realicen reuniones o discusiones de la evaluación de las matrices se puede ir conformando una matriz global, en donde se incluyan todos los aspectos, y que de ella se haya podido concluir en aspectos puntuales y generales.

- Su intención generalista no considera con suficiente exactitud la problemática de la actividad que interesa en un determinado ambiente, por decir los proyectos de riego. Este carácter “no selectivo”, dificulta la atención del evaluador en los puntos de interés más sobresalientes.

En [http://www.upacl/publicacion.\(2015\)](http://www.upacl/publicacion.(2015)), se reporta que los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental o límites máximos permisibles establecidos por la legislación ambiental vigente. El proceso de selección de los métodos de evaluación de impactos considera como criterio principal y determinante el uso de metodologías aceptadas, estandarizadas y/o recomendadas por la autoridad ambiental competente, optándose por tablas de interacción cualitativas y cuantitativas (matrices). Los impactos ambientales se analizaron y evaluaron considerando su condición de positivos o negativos y directos o indirectos. También, se considero su nivel de significación (desde muy significativo a menor significación); así como, su probabilidad de ocurrencia. La significación del impacto ambiental se determinó sobre la base de la magnitud, duración, extensión y probabilidad de ocurrencia.

Rosa, D. (2006), señala que el análisis causa-efecto de la interacción de las “actividades de construcción y operación versus componentes ambientales”, permitió identificar los impactos ambientales directos e indirectos y su condición de positivo o negativo. En la predicción y evaluación de impactos ambientales mediante el método matricial se puede elaborar una o más matrices, lo cual depende del criterio de la entidad o de los profesionales encargados de dicha tarea. En el presente caso, para facilitar la comprensión del análisis se ha confeccionado dos matrices:

- La primera una Matriz de Identificación de Impactos Ambientales Potenciales (Matriz de Leopold), que permite conocer los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente y otra matriz denominada



- Matriz de Valoración de Impactos Ambientales Potenciales, donde se evalúan los impactos identificados en la matriz anterior.

### **1. Metodología general para la evaluación de los impactos ambientales**

Para [\(http://www.fao.org/Newsroom/es\)](http://www.fao.org/Newsroom/es).(2015), en general se sigue la metodología de los Criterios Relevantes Integrados elaborándose índices de impacto ambiental para cada efecto identificado en la matriz de acciones y subcomponentes ambientales. Esta metodología se ha aplicado a proyectos específicos con una base grupal conformada por especialistas en vegetación, fauna, suelo, hidrología, sociología, antropología, economía, evaluación ambiental y cosecha forestal. Sin embargo, en esta oportunidad ante la imposibilidad de reunir al grupo para discutir cada impacto desde la perspectiva de este estudio, el autor se ha permitido considerar la opinión escrita de los especialistas en trabajos anteriores, consciente de las limitaciones que ello conlleva. En forma específica este método considera en una primera fase la calificación de los efectos según los criterios:

- Tipo de acción que genera el cambio.
- Carácter del impacto. Se establece si el cambio en relación al estado previo de cada acción del proyecto de cosecha es positivo o negativo.
- Intensidad. Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto. Basado en una calificación subjetiva se estableció la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto. El valor numérico de la intensidad se relaciona con el índice de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 0 y 10.
- Extensión o influencia espacial. Es la superficie afectada por las acciones del proyecto de cosecha tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambiental. La escala de valoración es la siguiente:

• Extensión	Valoración
• Generalizado	10
• Local	5
• Muy local	2

- Duración del cambio. Establece el período de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales. Se utilizó la siguiente pauta:

• Duración (Años).	• Plazo	• Valoración
• >10	• Largo	• 10
• 5-10	• Mediano	• 5
• 1-5	• Corto	• 2

- Magnitud. Es un indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M_i = \sum [ (I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D) ]$$

Dónde:

I = intensidad.

$W_I$  = peso del criterio intensidad.

E = extensión.

$W_E$  = peso del criterio extensión.

D = duración.

$W_D$  = peso del criterio duración.

$M_i$  = Índice de Magnitud del efecto.

$W_I + W_E + W_D = 1$ .

- Reversibilidad. Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial:

- | • Categoría               | Capacidad de reversibilidad  | Valoración |
|---------------------------|--|------------|
| • Irreversible            | Baja o irrecuperable.<br>Impacto puede ser reversible a muy largo plazo (50 años o más). | 10         |
| • Parcialmente reversible | Media. Impacto reversible a largo plazo.   | 5          |
| • Reversible              | Alta. Impacto reversible a corto plazo (0 a 10 años).                                    | 2          |
- Riesgo. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente. Se valora según la siguiente escala:

• Probabilidad	Rango (%)	Valoración
• Alta	>50	10
• Media	10-50	5
• Bajo	1-10	2

## 2. El índice integral de impacto ambiental VIA

Según [http://www.fao.org/Newsroom/es.\(2015\)](http://www.fao.org/Newsroom/es.(2015)), el desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento, mediante una expresión matemática que integra los criterios anteriormente explicitados. Su formulación es la siguiente:

$$VIA_i = \cap [ R_i^{wr} * RG_i^{wrg} * Mi^{wm} ]$$

Donde:

Ri = Reversibilidad.

$RG_i$  = riesgo  $w_{rg}$  = peso del criterio riesgo

$M_i$  = magnitud  $w_m$  = peso del criterio magnitud

VIA = Índice de Impacto para el componente o variable  $i$ .

Además  $w_r + w_{rg} + w_m = 1$

Los pesos relativos asignados a cada uno de los criterios corresponden a los siguientes:

- $w_{\text{intensidad}}$  = 0.40
- $w_{\text{extensión}}$  = 0.40
- $w_{\text{duración}}$  = 0.20
- $w_{\text{magnitud}}$  = 0.61
- $w_{\text{reversibilidad}}$  = 0,22
- $w_{\text{riesgo}}$  = 0.17

Significado: Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el Índice o VIA obtenido, según las siguientes categorías:

<b>Índice</b>	<b>Nivel o significado</b>
• > 8,0	MUY ALTO
• 6,0 - 8,0	ALTO
• 4,0 - 6,0	MEDIO
• 2,0 - 4,0	BAJO
• < 2,0	MUY BAJO

En la ilustración del gráfico 1, se aprecia los pasos que se deben seguir para un Plan de Manejo Ambiental.

## F. QUE ES PISCICULTURA

Según <http://www.environmentalguidelines.com>.(2015), la piscicultura es la acuicultura de peces, término bajo el que se agrupan una gran diversidad de cultivos muy diferentes entre sí, en general denominados en función de la especie o la familia. A nivel industrial, las instalaciones de piscicultura se conocen como piscifactorías, aunque es un término en desuso, debido a la diversificación que ha sufrido el cultivo, en tanques, estanques, jaulas flotantes, etc. La historia de la piscicultura está ligada a la de la acuicultura. Existen referencias de prácticas de cultivo de peces en la antigua China, Egipto, Babilonia, Grecia, Roma y otras culturas euroasiáticas y americanas, como se ilustra en el (gráfico 1).

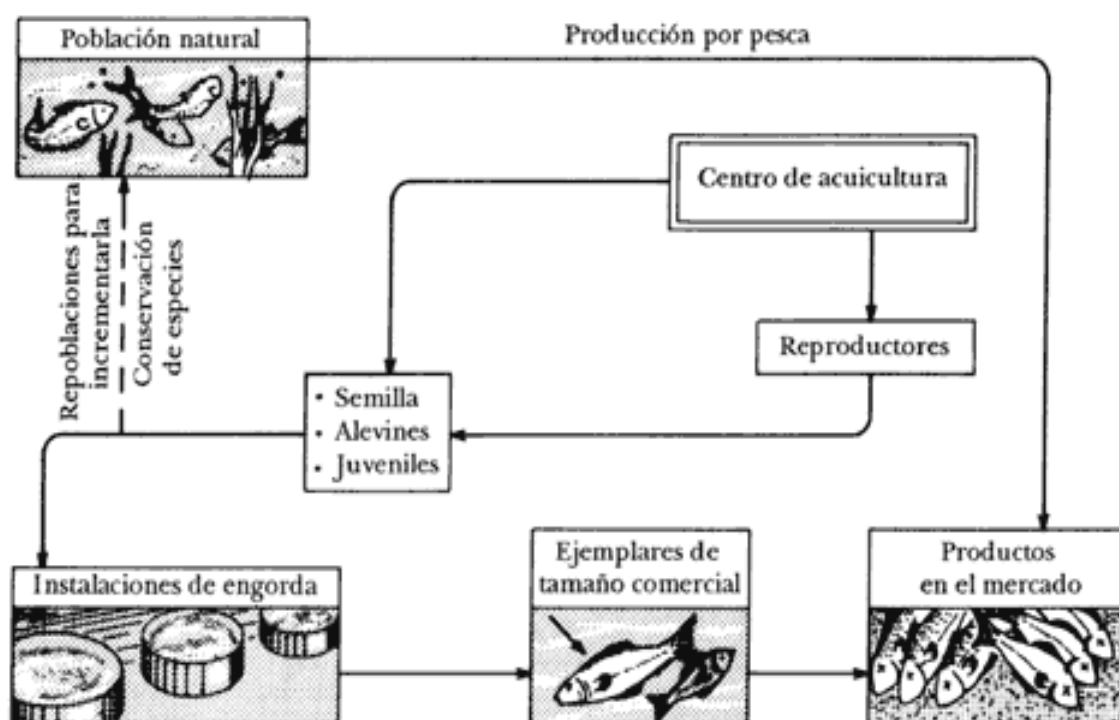


Gráfico 1. Desarrollo de la piscicultura.

Gómez, R. (2003), Indica que la noción de piscicultura se forma a partir de dos vocablos: piscis y cultura. Si tomamos dichos términos a partir de su significado en latín, la piscicultura es el “cultivo de los peces”. Se trata, por lo tanto, de las técnicas y procedimientos que permiten impulsar y controlar la reproducción de peces y de otros animales acuáticos (como los mariscos). La piscicultura puede

aplicarse en peceras, estanques, ríos u otros espacios que tengan al agua como medio principal. Existe un concepto más amplio que engloba a la piscicultura y a otras técnicas: la acuicultura. En este caso, la palabra refiere también a la reproducción de plantas acuáticas, algas y otros organismos. La piscicultura, en cambio, se centra en los peces y en los mariscos. Sus orígenes se remontan miles de años atrás: los pueblos antiguos de Roma, Egipto, Grecia y China, entre otros, ya desarrollaban estas prácticas. Los historiadores creen que la carpa fue el primer pez que se cultivó a partir de la piscicultura. Hoy es posible mencionar diferentes tipos de piscicultura de acuerdo a la especie de pez a la que se orienta. La mencionada carpa, por ejemplo, es la protagonista de la carpicultura. Cuando la piscicultura está dirigida a especies de agua salada, se habla de piscicultura marina, mientras que si se orienta los peces que habitan cerca de los trópicos, se denomina piscicultura tropical. Cabe destacar que, en algunos casos, la piscicultura prácticamente ha reemplazado a la pesca en el entorno natural. Eso ocurre con el bacalao y con otras especies.

### **1. Cultivo intensivo de peces**

Para <http://www.sian.inia.gob.ve>.(2015), la piscicultura intensiva ha alcanzado actualmente un alto grado de sofisticación en las técnicas utilizadas, que la ubican como una actividad altamente rentable en países como Japón y Estados Unidos. En este tipo de piscicultura a diferencia de la extensiva, la inversión es mayor pero la producción generalmente arroja resultados bastante satisfactorios. Parte de esta inversión está destinada a la construcción de estanques y lagunas y de salas de reproducción donde se practica la inducción al desove e incubación de las larvas. La selección de las especies destinadas a la piscicultura intensiva es más rigurosa; la especie ideal debe reunir las siguientes características:

- Buena calidad de carne (palatabilidad), y aceptación en el mercado.
- Alta tasa de crecimiento.
- Ser siempre resistente a las enfermedades y al manipuleo
- Tener alta fecundidad, es decir un gran número de huevos.
- Debe ser preferiblemente omnívoro (comer todo tipo de alimento).

- Presentar un buen factor de conversión , o sea que se obtenga un mayor crecimiento medido en peso suministrándole la menor cantidad posible de alimento, esto con la finalidad de abaratar los costos de alimentación y aumentar las ganancias, finalmente deben ser fáciles de capturar.

Según <http://www.bibliotecadigital.ilce.edu>.(2015), la piscicultura intensiva consiste en cultivar peces en estanques u otras estructuras como jaulas y corrales, contruidos especialmente para los tipos de especies que se trabajan, con un control lo más completo posible de toda la operación. Según algunos autores, como Hickling, este tipo de piscicultura puede ser comparado con la cría intensiva de ganado. La piscicultura intensiva requiere de una serie de elementos indispensables como las características de los cuerpos de agua, los cuales pueden ser naturales o artificiales, siendo su unidad de producción el estanque, la jaula, o el corral entre otros y deben tener un suministro de agua conveniente y localizarse en un terreno apropiado. Asimismo, es indispensable el control que se ejerce sobre la masa de agua. Se tiene que disponer durante todo el año de la cantidad suficiente de agua, y ésta debe llegar a las instalaciones por medios naturales evitando, hasta donde sea posible, el uso de bombas y otros mecanismos para moverla. El vaciado y el llenado deben realizarse fácilmente.

El mismo sitio web <http://www.bibliotecadigital.ilce.edu>.(2015), dice que la calidad del agua representada por los caracteres fisicoquímicos como su transparencia y color, su temperatura, las sales disueltas, cantidad de oxígeno y grado de acidez o alcalinidad, conocido como pH, también es muy importante y la producción de este tipo de piscicultura puede cambiar de acuerdo a estos caracteres. El terreno donde se establece la piscicultura intensiva tiene que caracterizarse por su impermeabilidad, por ser fácil de cavar y por presentar un declive que permita que el agua llegue a las instalaciones por gravedad, debido a que la fuente de abastecimiento se encuentra más arriba que la zona de los estanques. Los estanques pueden ser de presa, es decir, los que se localizan en el fondo de un valle, construyendo un dique que permita almacenar agua, y los de derivación, que se construyen cerca de la fuente de agua y se alimentan por la derivación de un canal, por lo que el caudal del agua que les llega puede ser controlado en todo momento, en el gráfico 2, se aprecia un estanque de peces.



Gráfico 2. Estanques en un terreno en declive para el mejor manejo del agua.

Según [http://www.femica.org/areas/modambiental.\(2015\)](http://www.femica.org/areas/modambiental.(2015)), el alimento artificial, según el tipo de cultivo, es recomendable, pero se tiene que calcular su costo comparando la cantidad de alimento distribuido con el peso de los peces cosechados, y así obtener el coeficiente de conversión de alimento, que generalmente se recomienda que sea de 3 a 1, es decir, que por cada tres kilogramos de alimento se obtiene uno de pescado; si se gasta más y se obtiene menos el cultivo no es rentable. Para elegir el pez que se va a cultivar, se toman en cuenta varios factores, como el que tenga carne de buena calidad y, por lo tanto, que sea aceptada por la población; que sus características biológicas permitan el fácil manejo de la especie, principalmente en cuanto a la reproducción, logrando en ocasiones la reproducción inducida artificialmente; y que su crecimiento sea lo más rápido de acuerdo a la cantidad de alimento, para lograr que el precio de venta sea razonable.

## **G. TIPOS DE CULTIVO DE PECES**

### **1. Monocultivo**

Federación Colombiana de Acuicultores. (2001), menciona que el monocultivo es el que se fundamenta en la utilización de una sola especie durante todo el proceso, es aquel en donde se maneja tan solo una especie. Generalmente es



empleado en cultivos intensivos y súper intensivos. Se fundamenta en la utilización de una sola especie durante todo el proceso dentro del estanque. Es una práctica que usa la mayoría de productores ejemplo: tilapia, solo trucha. Con este sistema se pierde muchas fuentes de alimento sin aprovecharse en el estanque y en algunos casos el exceso de alimento causa deterioro de la calidad del agua, ocasionando el florecimiento de fitoplancton y el consecuente desarrollo de otras plantas acuáticas, por la falta de una especie que aproveche el exceso de alimento.

## **2. Policultivo**

Meyer, D. (2003), indica que es el cultivo de dos o más especies en un mismo estanque con el propósito de aprovechar de una mejor forma el espacio alimento que existe en él, se manejan dos o más especies y la finalidad es a provechar mejor el estanque utilizando peces con diferentes hábitos alimenticios (omnívoros, carnívoros y detritívoros), El policultivo es una manera de intensificar la piscicultura sin un consumo de alimento costoso, ya que no se utiliza más alimento que el que se produce naturalmente en el ambiente, mediante hábitos alimentarios complementarios o compatibles de peces de que no compiten entre sí. Para utilizar hasta el máximo el alimento natural y como los peces pueden cambiar de alimento si el suministro normal se agota, es importante determinar la proporción exacta entre las diferentes especies del policultivo, según las condiciones ecológicas del estanque, y ajustarlas de manera que no compitan entre ellas. Generalmente el policultivo rinde mucho más que el monocultivo, especialmente si se han seleccionado las especies adecuadas. El policultivo también puede dejar otros beneficios, entre ellos que con frecuencia mejora las condiciones ecológicas de un estanque. El principal inconveniente de la policultura es su complejidad. Se necesita un suministro de alevines de diferentes especies, algunos de los cuales pueden no desovar naturalmente, sino que tienen que ser inducidos a hacerlo mediante la administración de hormonas. Se necesitan viveros mayores: estanques más grandes para la cría de alevines y un sistema de distribución más complicado. La policultura complica algo las técnicas de cultivo. Puede ocurrir que una especie no crezca lo que se esperaba, y esto

obliga a modificar las otras técnicas de cultivo. El consumo de alimentos puede ser distinto y hacerse más difícil la recolección y clasificación. Es evidente que se requiere más habilidad y experiencia para el policultivo por lo que hay que decidir si se va a adoptar en este momento en América Latina, donde la acuicultura se encuentra en las primeras fases del desarrollo. Por otro lado, hay que reconocer que puede practicarse con diversos grados de complejidad y distintos números de especies.

## **H. INSTALACIONES PARA EL CULTIVO DE ESPECIES DE AGUA DULCE**

### **1. Estanques**

Según <http://www.produccionlimpia.> (2015), recinto cerrado donde se almacena y circula una determinada cantidad del recurso hídrico, a fin de permitir el confinamiento de los peces para lograr su crianza y desarrollo, a expensas de una alimentación ofrecida por el piscicultor. Un estanque hace las veces de un hábitat artificial capaz de satisfacer las exigencias biológicas del animal en su medio natural, siendo de responsabilidad del piscicultor a su vez, la atención de las necesidades alimenticias y de protección sanitaria de los peces en cultivo, a fin de obtener resultados favorables en los niveles de producción esperados. Los tipos de estanques son:

- Estanque semi-natural: Cuerpo de agua confinado que sufren cierto acondicionamiento por parte del hombre y se utiliza de preferencia aquel que se encuentran sobre terreno arcilloso, a fin de evitar filtraciones.
- Estanque artificial: Diseñado y construido especialmente con fines piscícolas, puede ser a tajo abierto o con material de concreto armado (cemento, ladrillo, refuerzo de piedras, etc.).
- Estanque de presa: Puede construirse a manera de un embalse y también como una secuencia de estanques aprovechando un declive del terreno, también es conocido como estanque con dique o de interceptación,

generalmente se instala en la parte más baja de un valle, construyéndose un muro transversal que forma una pequeña presa de contención. El agua para este estanque proviene generalmente de un manantial o pequeños cursos de agua.

- Estanques de derivación: Se construyen aprovechando las características topográficas del terreno, de tal manera que el agua que los abastece es derivada del río, riachuelo o manantial hacia los estanques mediante un canal.

Según <http://www.produccionlimpia.> (2015), la topografía del terreno y la cantidad de agua a utilizar dentro de los estanques de derivación, se pueden clasificar en:

- Estanques en rosario o serie: Se encuentran uno a continuación de otro, unidos por un solo canal, el abastecimiento del agua se produce mediante la llegada del canal al primer estanque, y el agua que sale de éste ingresa al siguiente y así sucesivamente.
- Estanques en paralelo: Se construye uno al costado del otro en forma paralela presentando cada uno de ellos abastecimiento y desagüe independiente que facilita la limpieza.
- Estanques mixto: Son estanques en paralelo y continuo.

## **2. Forma y tamaño de estanques**

Mancera, R. (2000), discute que depende de la topografía del terreno y de las etapas de crianza, pueden ser rectangulares o circulares, prefiriéndose los primeros. Los estanques de menor dimensión se utilizan para la fase de alevinaje, medianos para los juveniles y mayores para adultos y reproductores. Los estanques de tierra pueden tener cualquier tamaño pero deben ser manejables y frecuentemente tiene dimensiones de 30 metros de largo por 10 metros de ancho. Una vez que se elige el recurso hídrico y el terreno a utilizar, se selecciona el tipo de estanques, determinando la forma y tamaño, los puntos de llegada del

agua, nivel de agua en los estanques y el punto de vaciado. La entrada de agua al estanque debe caer de una altura de más de cincuenta centímetros sobre el nivel de agua del estanque, de modo que al caer se mezcle con el aire y tome oxígeno, si no es posible esta oxigenación natural, se deben usar aireadores.

### **3. Control del caudal de agua**

Torres, R. (2014), indica que se debe regular el caudal de agua que ingresa al estanque, para mantener el nivel del agua con una calidad adecuada para la cría de peces. Se sabe que la capa de agua de los primeros 30 cm es la más rica en oxígeno y plancton, debido a la presencia de luz y calor que favorecen el desarrollo de microorganismos aptos para nutrir a los peces. A medida que aumenta la profundidad disminuye la cantidad de oxígeno y puede aumentar la cantidad de amonio por la contaminación con materia orgánica. Es importante por esta razón que la salida del agua se haga desde el fondo del estanque para purificar el agua; por ello se extrae con caños de PVC o con un sistema de monjes construidos en mampostería. El control del nivel de agua se realiza colocando caños de desagüe que se deben instalar por debajo de los terraplenes y su montaje se efectúa antes de empezar la construcción del terraplén, que de lo contrario puede existir el riesgo de posibles filtraciones. En el caso de que el caño sea de cemento hay que afirmarlo con mampostería.

## **I. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN PISCICULTURA**

Borraz, L. (2008), instruye que el proceso de fortalecimiento de la competitividad del sector piscícola, reconoce las limitaciones frente a un proceso de economía globalizada, surge entonces la necesidad de generar factores diferenciales para la producción piscícola para lo cual en principio se establecen acciones que permitan mitigar el impacto ambiental que esta actividad genera. La importancia de emprender acciones ambientales en la producción piscícola fue inicialmente resaltada en el plan estratégico de la cadena productiva y posteriormente fue incorporada como línea de trabajo en los ejercicios de Direccionamiento

Estratégico realizada en cada una de las Asociaciones de Productores que integran el eslabón primario de la Cadena Productiva, a través de la firma de convenios de producción limpia, que se constituyen en un instrumento de concertación para implementar acciones en el corto, mediano y largo plazo, encaminadas a prevenir, corregir, compensar y mitigar los impactos ambientales que se generan con el desarrollo actividad productiva piscícola. Los convenios proponen analizar y estructurar los componentes y elementos para una producción sostenible en el sector piscícola considerando dos ámbitos:

- Sensibilización y formación de los signatarios del convenio: se hace indispensable que los actores apropien conocimientos y herramientas de gestión ambiental, para la cual la gestión del plan estratégico del convenio propone propiciar espacios de capacitación en los temas de interés para los miembros del encadenamiento productivo.
- Tecnificación de los sistemas productivos: en la primera fase del plan se tomara un grupo de estaciones piscícolas en las cuales se iniciará un proceso de ajuste tecnológico de la producción mediante la aplicación de herramientas de gestión ambiental.

Según <http://www.environmentalguidelines.com>. (2015), igualmente, otras características de este renglón productivo se muestran a continuación:

- Actividad productiva de subsistencia.
- Carencia de enfoque empresarial y de mercadeo.
- Eslabones de la cadena desarticulados.
- Organizaciones empresariales incipientes.
- Descoordinación de las instituciones locales de apoyo a la piscicultura.

Santelesis, M. (2009), menciona que la cadena ha realizado grandes avances como la articulación de los productores con la institucionalidad, el establecimiento de relaciones comerciales de mayor alcance, el acercamiento que,

paulatinamente, se ha generado con las dinámicas de investigación pertinentes a la cadena, la firma del Convenio de Producción más limpia y el más importante, la apropiación cultural del trabajo asociativo por parte de los actores de la cadena, reconociendo en éste la condición para el éxito en los ámbitos organizacional, productivo, empresarial, éxito que se fundamenta en las relaciones de confianza existentes y reglas de juego claras por parte de los actores que las conforman.

### **1. La gestión ambiental y las demandas del mercado**

Herrero, M. (2008), explica que la oferta del recurso hídrico para los diferentes usos, está íntimamente relacionada con la capacidad de los ecosistemas para captarla y mantenerla, así como de su uso racional, y de las formas e intensidad del consumo del recurso por parte de los distintos grupos sociales. La función de captación de tal recurso es considerada un servicio ambiental, del cual se beneficia toda la sociedad, posibilitando las diversas actividades de producción. En este sentido, el fortalecimiento del conocimiento de estos ecosistemas, ha venido tomando mayor conciencia sobre la protección y uso racional del recurso, que es visto como un capital, y que ello, junto con la prosperidad económica y un desarrollo social equilibrado son condiciones imprescindibles para lograr una mejor calidad de vida.

Santelesis, M. (2009), manifiesta que así planteado, se requiere entonces de estrategias de articulación para el desarrollo tales como: La gestión ambiental, gestión tecnológica, modelos productivos (especialmente agrícolas y pecuarios), gestión del conocimiento e inteligencia competitiva, de forma tal que permitan encontrar un punto de equilibrio mediante el desarrollo de modelos alternativos sustentables contextualizados, que consideren las demandas del mercado, la tecnología, las formas de producción y las vivencias de las comunidades, para proponer e incorporar medidas de costo-eficiencia que busquen gestionar los sistemas naturales para garantizar su sustentabilidad, y con ello, mejorar las condiciones socio-económicas de las comunidades, especialmente las rurales, Las herramientas de implementación de desarrollo sostenible en la producción y los servicios, una de ellas puede ser el conjunto de actividades denominadas

"Producción Más Limpia". Que es la aplicación continúa de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente.

## **2. Energía solar en piscicultura, un ejemplo de producción limpia y sostenible**

Según <http://www.wurcosolar.blogspot.com>.(2015), hoy en día las empresas e industrias se están preocupando por incluir en sus procesos el uso de tecnologías que les permita ahorrar costos operativos de energía y al mismo tiempo contribuir al cuidado de la naturaleza y el ambiente, siendo la energía solar una opción real para lograr estos objetivos. Uno de los ejemplos de industria que ha demostrado este interés son las granjas de Producción Piscícola o de Peces. Las granjas de Piscicultura requieren procesos controlados para lograr el crecimiento y desarrollo de los peces, uno de ellos es el Proceso de Incubación de Alevinos, durante el cual las ovas (huevos fertilizados), son posteriormente depositados en incubadoras donde se convierten en larvas. Dependiendo de la especie se efectúa procesos de determinación del sexo. En el caso de la Tilapia o Mojarra, se inicia un ciclo de 30 días, en el cual las larvas permanecen en unas determinadas condiciones, incluyendo una temperatura del agua entre 26°C y 30°C, como se muestra en el (cuadro 2).

Cuadro 2. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL PROCESO.

Impacto	Fuente	Medidas de mitigación.
Generación de polvo	Construcción y en menor escala en la de operación de la infraestructura productiva	Riego de tramos en donde exista generación de polvo. Tapar con toldos los camiones o volquetas que transporten material.
Ruido	Maquinaria	Uso de tapones en los oídos u orejeras
Derrame de combustibles y lubricantes	Derrames de los automotores y de la maquinaria o por un almacenamiento inadecuado.	Se realizará mantenimiento periódico y adecuado de los automotores para minimizar este impacto, y se asegurará su adecuado almacenamiento.
Emisiones atmosféricas	Emisiones producidas por los automotores.	Se realizará un mantenimiento adecuado de los automotores para reducir las emisiones producidas por la combustión de lubricantes.
Deterioro de las vías de acceso	Paso permanente de vehículos y maquinaria	Reparación y mantenimiento de las vías de acceso.
Contaminación del agua.	Alimentación de peces y fertilización de los estanques.	Se utilizarán las cantidades exactas de alimentos requeridos.
Remoción de la cubierta vegetal	Construcción de estanques, apertura de caminos y actividades varias	Deberán restaurarse las zonas excavadas para la recuperación posterior de la cobertura vegetal.
Generación de residuos sólidos	Operación diaria	Deberá disponerse adecuadamente de los desechos sólidos Se enviará la basura que se genere al relleno sanitario propio o del Municipio.

Fuente: <http://www.qb.fcen.uba.ar/microinmuno/SeminarioAguas.htm>.(2015).



Moreno, E. (2001), instruye que para lograr elevar y mantener la temperatura del agua de proceso de incubación se han empleado métodos convencionales como calentadores de gas y uso de resistencias eléctricas sumergibles. Estos sistemas implican costos operativos fijos mensuales representativos y en el caso de gas un manejo dispendioso de cilindros cuando se trata de gas propano. Acrisolar ha desarrollado un Sistema Solar Térmico para el Proceso de Incubación de Alevinos, con el objetivo de elevar y mantener la temperatura del agua con las siguientes ventajas:

- Aprovechamiento de la radiación solar incidente sobre la superficie terrestre, es decir, se cuenta con la fuente de energía en sitio y gratuita.
- Reducción de costos operativos mensuales.
- Sistema eficaz para elevar y mantener la temperatura del agua en el proceso de incubación. diferentes granjas emplean este sistema con excelentes resultados, aportando calidad a los productos, convirtiéndose además en un ejemplo de ahorro de dinero y de cuidado el medio ambiente y demostrando que el empleo de fuentes de energía limpia como la solar es una realidad que aporta beneficios a los empresarios, al planeta y a la humanidad.

## **J. EFECTOS AMBIENTALES DEL DESARROLLO DE LA PISCICULTURA**

Para <http://www.cetmar.org>.(2015), las prácticas habituales que se utilizan para el cultivo de peces impactan en el medio ambiente a través de distintas formas. Una de ellas es la alimentación de los salmones, la que interviene, tanto en la columna de agua como al fondo marino: a través del alimento no consumido que es altamente proteico y a través de los desechos de los peces. Las investigaciones que se recopilan en este estudio han detectado que este último fenómeno afecta aumentando la cantidad de nitrógeno y fósforo de los sistemas acuáticos, disminuyendo el oxígeno disponible, generando eutrofización, estimulando la aparición de algunos organismos y la ausencia de otros, y alterando gravemente los ecosistemas acuáticos. Otro problema es la utilización de agentes químicos como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios. Aunque sus impactos en la salud humana no han sido detectados categóricamente y sus impactos en

los ecosistemas marinos varían dependiendo de las condiciones del cultivo, se advierte sobre la incertidumbre de su inocuidad.

Moreno, E. (2001), manifiesta que en el caso de los fungicidas, el Verde Malaquita, por ejemplo, va a dar directamente a las aguas, sin tratamiento sanitario, lo que puede tener un impacto significativo. Finalmente, en este capítulo se abordan: los impactos ambientales provocados por el monocultivo intensivo de especies carnívora y por el escape de los peces en cautiverio; y los efectos de estas prácticas en los depredadores naturales de las especies que se cultivan. El uso de recursos y el proceso de producción de la actividad acuícola tienen diversos efectos sobre el medio ambiente, los desechos producen efectos tanto en la columna de agua como en el fondo de las instalaciones de cultivo. Los productos de la excreción de los organismos en cultivo son dispersados por las corrientes, en tanto que los sólidos, como el alimento no ingerido y heces, se depositan en el fondo de lagos y zonas costeras. Durante el proceso de sedimentación, las partículas pueden ser consumidas por peces silvestres descompuestas en unas aún más finas. La actividad microbiana permite que los diferentes nutrientes se solubilicen. La cantidad y velocidad de descomposición y solubilizarían depende de factores como la velocidad de corrientes, temperatura del agua y propiedades físico-químicas de las partículas, entre otros. Además, en sitios con depósitos de materia orgánica se generan nutrientes disueltos hacia la columna de agua. Se ha estimado en diferentes regiones, organismos y sistemas de cultivo, que más del 60% del fósforo (P), y el 80% del nitrógeno (N), aportado por los desechos de las especies cultivadas, termina, finalmente en la columna de agua. Estos cambios en la columna de agua incluirían alzas en los niveles de nutrientes (N y P); aumento de la materia orgánica disuelta; una reducción de la concentración de oxígeno disuelto; alteración del pH, de los niveles de conductividad y transparencia del agua.

## 1. Materia orgánica

Según <http://www.engormix.com>. (2015), la instalación de centros de cultivo de invertebrados o peces produce una acumulación de materia orgánica compuesta

por los restos de alimentos y por las mismas materias fecales de los organismos en cultivo. Sin embargo, hay que obrar con cautela, porque no en todas las ocasiones los sistemas de cultivo implican cambios en la composición química de los sedimentos o en la estructura del macro bentos. No obstante, el aumento de materia orgánica bajo los sistemas de cultivo ha sido constatado tanto en cuerpos de aguas continentales como en zonas costeras. La acumulación de materia orgánica depende de varios factores, entre otros de la especie en cultivo, la calidad del alimento, el tipo de manejo, las corrientes y la profundidad. Las heces y restos de alimento tienen mayores contenidos de carbono (C), nitrógeno (N), y fósforo (P), que los sedimentos naturales, ello produce que los fondos, bajo los sistemas de cultivo, puedan tener muy alto contenido de materia orgánica y nutriente.

Huet, M. (2003), estudia que la materia orgánica acumulada estimula la producción bacteriana, cambiando la composición química, la estructura y funciones de los sedimentos. Algunos efectos del aumento de la carga de materia orgánica y de los nutrientes en los sedimentos son: disminución de las concentraciones de oxígeno y aumento de la demanda biológica de oxígeno (los sedimentos aumentan su condición anaeróbica y reductora); se producen alteraciones en los ciclos normales de nutrientes, incrementando el ingreso de nitrógeno (N), y fósforo (P), desde los sedimentos hacia la columna de agua, producción de metalogénesis e hidrógeno sulfhídrico en zonas marinas, además de un aumento de los lípidos.

#### **a. Efectos ambientales en las aguas**

Ibarrola, J. (2005), señala que los efectos de estos desechos han sido mejor identificados en cuerpos de agua continentales que en zonas marinas con características de estuario, a pesar de ello, se ha registrado un aumento de las concentraciones de amonio y disminuciones de las concentraciones de oxígeno. Ello puede alterar los ciclos normales de nutrientes, afectando la abundancia del fitoplancton, zooplancton y peces, fenómenos que han sido detectados ampliamente en diferentes lagos utilizados por prácticas de acuicultura. Asimismo,

no sólo se ha constatado el aumento en la abundancia de las especies que habitan en la columna de agua sino cambios en la estructura y función de las especies planctónicas presentes. Por ejemplo, se ha descrito el cambio de una comunidad dominada por micro algas hacia otra dominada por cianobacterias y varias especies de Daphne.

El mismo Ibarrola, J. (2005), expresa que en sistemas de agua dulce esta acumulación de materia orgánica se correlaciona con cambios en las comunidades macro bentónicas en las áreas de cultivo. Hay que destacar que la correlación entre la abundancia de depósitos de materia orgánica parece ser, en general, positiva con respecto a la diversidad de especies presentes, mientras que la abundancia de macro bentos, aparece como negativa. Sistemas muy impactados están dominados por especies tolerantes tales como oligoquetos y algunas especies de larvas de chironomidas, en tanto que especies poco tolerantes, tales como Ephemeroptera, pueden desaparecer.

#### **b. Impactos en el medio ambiente**

Pillay, R. (2002), señala que en diferentes zonas, la identificación de efectos por la presencia de sistemas de cultivo piscícola sobre la productividad y la composición de especies no ha sido tan clara dado la mayor velocidad de difusión de los nutrientes. Sin embargo, Wallin y Håkanson encontraron correlaciones entre la concentración de nutrientes, producidos por sistemas de cultivo, y la concentración de clorofila. Otros estudios han correlacionado la abundancia de especies de fitoplancton tóxico con la presencia de sistemas de cultivo. El cultivo intensivo de peces en espacios confinados, como jaulas, ha causado floraciones de especies de microalgas no tóxicas que pueden llegar a ser altamente nocivas y hasta letales por acumularse en lugares de donde los peces cultivados no pueden escapar, evidenciados una disminución en la concentración de oxígeno hasta 1 km, de las jaula de cultivo, sin embargo no logró correlacionar estos cambios con los sólidos en suspensión o con los niveles de clorofila presentes en el agua. En zonas con limitadas corrientes e intercambio de agua, se demostró que la productividad de macroalgas, composición de algas epífitas así como la estructura

comunitaria de peces, puede ser afectada por la presencia de cultivos. Además, se ha observado que en otras zonas geográficas se incrementó la abundancia de peces y de poblaciones de aves en las vecindades a los sistemas de cultivo.

Huet, M. (2003), instruye que la zona impactada es, en general, muy localizada y circunscribe el área de cultivo entre 20 a 50 m, pero en algunas ocasiones puede alcanzar sus efectos hasta 150 metros de las jaulas. El enriquecimiento del suelo con materia orgánica también puede afectar la abundancia de la meiofauna (nemátodos y copépodos). Adicionalmente al depósito de materia orgánica, como consecuencia de las heces y alimento no ingerido se puede originar en el cultivo de moluscos, en el desprendimiento y caída al fondo de los organismos cultivados un aumento de depredadores, los que producen efectos en cascada sobre la abundancia de presas. Además de los efectos directos del depósito de materia orgánica sobre los fondos, en casos extremos, se pueden generar efectos sobre los propios organismos en cultivo.

## **2. Agentes químicos: fungicidas, antibióticos y compuestos antiparasitarios**

Huet, M. (2003), menciona que a la contaminación de materia orgánica, se suma una producida por los agentes químicos utilizados en las distintas prácticas de acuicultura: elementos utilizados en la construcción, en la protección contra la corrosión y en anti-fijación de organismos incrustantes, así como otros que habitualmente se utilizan en las actividades de cultivo. También se cuentan algunos pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades. Algunos de ellos se usan en cantidades extremadamente insignificantes pero, en la gran mayoría de los casos, no se tiene información certera de sus posibles efectos sobre el medio ambiente. Uno de los productos más relevantes por las cantidades utilizadas, especialmente en el cultivo de peces, son los diferentes fármacos requeridos para combatir enfermedades. Estos fármacos comprenden gran variedad de productos tales como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios. En términos generales, los fármacos son requeridos más en el cultivo de especies marinas que en organismos cultivados en cuerpos de aguas continentales. Antibióticos y

otros químicos son utilizados para el tratamiento de diversas patologías y son suministrados vía oral o como vacunas inyectables. En el primer caso, la mayor parte de estos compuestos termina en el ambiente, a través del alimento no ingerido y en las fecas, los que pueden ser posteriormente consumidos por organismos detritívoros o peces silvestres que se alimentan alrededor de los sistemas de cultivo.

Según <http://www.siicex.gob.ve> (2015), algunos antibióticos solubles se diluyen rápidamente y otros, como la oxytetraciclina, son fotodegradables. Sin embargo, se ha determinado que diferentes antibióticos pueden permanecer durante varios meses en los sedimentos. Hoy día, se reconoce que los antibióticos pueden estar presentes a cientos de metros de los sistemas de cultivo, permanecer en el ambiente por más de dos semanas, luego de ser suministrados, y encontrarse en organismos que consumieron restos de alimentos con residuos de antibióticos. Esto implica la alerta sobre el consumo de estos organismos por el hombre, pero aún no existen evidencias de efectos negativos sobre los organismos y la especie humana. Otros fármacos que producen preocupación ambiental son diferentes compuestos utilizados para el control de ectoparásitos, por ejemplo Verde Malaquita, que se aplican dando baños a los peces infectados. Sin embargo, los químicos son posteriormente eliminados a los cuerpos de agua, éstos pueden afectar otros organismos como por ejemplo larvas de diferentes crustáceos. No obstante, otros estudios no han logrado verificar efectos sobre la abundancia de invertebrados, por lo que hay que abordar este tema con cautela. Independientemente de los resultados, la necesidad de desarrollar procedimientos de seguridad y/o buscar químicos alternativos de menor riesgo, parece de sentido común. Por ejemplo, el uso de peróxido de sodio parece ser una alternativa viable para el tratamiento de ectoparásitos de peces. También hay resultados exitosos utilizando depredadores para el control de su abundancia.

### **3. Conflictos en el uso de tierras y aguas**

Según <http://www.fao.org> (2015), aunque generalmente se eligen para la acuicultura lugares que no se usan directamente para otros fines productivos,

puede haber otros usos indirectos competidores en dichas áreas y a veces usos directos alternativos. Además las prácticas de la acuicultura pueden estar en pugna con la agricultura, la pesca deportiva y otras pescas de captura, la expansión industrial, la navegación, el desarrollo de los recursos acuáticos, el desarrollo residencial y de zonas de recreo. En algunas circunstancias se puede argumentar también que la belleza del área puede quedar gravemente dañada por las carreteras de acceso, líneas de alto voltaje y otros requerimientos de infraestructura de una granja acuícola. Son necesarios, pues, planos integrales que ajusten los intereses en conflicto donde existan, para permitir el uso más provechoso de las áreas. La acuicultura no requiere necesariamente el uso exclusivo del ambiente total y otros usos pueden acomodarse muy bien, a menudo. Ya nos hemos referido a la promulgación de leyes zonales (horizontales y verticales) para acomodar el múltiple uso de tierras y aguas.

#### **4. Polución acuática y otros cambios ambientales**

Según <http://www.fao.org>.(2015), la polución acuática y otras modificaciones importantes del ambiente (por ejemplo, desviaciones del agua, dragado, rellenamiento), pueden afectar a la acuicultura muy seriamente y por ello, cuando se considere necesario, se deberán tomar medidas adecuadas de control en la planificación de su desarrollo. Como los ambientes de la acuicultura se mantienen generalmente a un alto nivel de productividad, utilizando aportes externos de energía, tienden a una mayor inestabilidad ecológica y a ser más fácilmente perturbados que los ecosistemas naturales. La polución puede ser causada por residuos agrícolas, domésticos e industriales.

El mismo <http://www.fao.org>.(2015), dice que la mayoría de los residuos orgánicos biodegradables, en cantidades limitadas solo pueden servir como fertilizantes y colaborar a la productividad de las instalaciones de acuicultura: en este principio se basa el empleo tradicional de residuos humanos y animales en la piscicultura. Sin embargo, el empleo de aguas de alcantarillado no tratadas puede provocar riesgos para la salud, especialmente cuando se cultivan especies filtradoras. Por consiguiente deberán tomarse precauciones para asegurarse de que los residuos

utilizados están libres de microorganismos nocivos. Los mayores problemas pueden ser causados por descargas excesivas de residuos orgánicos o las de residuos industriales que contienen sustancias tóxicas, en aguas dedicadas a la acuicultura. La sobrecarga de nutrientes puede causar una floración de algas, una disminución de oxígeno, una turbiedad creciente y otros cambios en la calidad del agua, todo lo cual puede afectar negativamente la producción acuícola y originar una mortandad a gran escala en el stock en cultivo.

Astorga, A. (2006), expresa que los efluentes de agua caliente de las estaciones de energía, aunque son dañinos al biota por lo general en los climas tropicales y cuando se descargan sin control en aguas abiertas, incluso en climas templados, pueden utilizarse favorablemente para la piscicultura. El calor de estos efluentes puede servir para mantener una temperatura óptima en las instalaciones de cultivo, a un costo muy reducido, y esto puede contribuir a sostener durante todo el año el crecimiento y ocasionar una producción más alta de las especies en cultivo. Los efluentes de las estaciones de energía nuclear no están considerados fuentes de contaminación grave, excepto si los organismos crecen en los efluentes calientes, no diluidos, lo que da como resultado la asimilación y bioacumulación de radioisótopos, o la absorción de zinc y otros elementos directamente del agua por medio de los tejidos de las agallas o a través de otras membranas activas. Estos riesgos deben ser prevenidos y evitados si los efluentes de las estaciones de energía nuclear van a utilizarse en la acuicultura. Para la utilización satisfactoria de los efluentes calientes de las estaciones de energía deberán tomarse las medidas necesarias al planificar la estación para garantizar el flujo regular y controlado del efluente, libre de elementos tóxicos, como el cloro que puede haber sido inyectado en los efluentes para reducir el crecimiento de los organismos que ensucian y la condensación de limo en los tubos de salida.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2005), expresa que es cierto que la acuicultura intensiva puede causar alguna polución orgánica como resultado de la acumulación de subproductos metabólicos de las especies cultivadas y la demanda biológica de oxígeno causada por el alimento no utilizado,



especialmente en ambientes limitados donde el intercambio del agua es lento y el proceso de mezcla reducido. Pero no sería adecuado aplicar arbitrariamente a la acuicultura las reglamentaciones sobre los residuos animales y las reglamentaciones sobre la descarga de contaminantes que puedan existir en el país. Las reglamentaciones sobre los residuos animales están orientadas principalmente hacia el control del almacenamiento y la distribución de los residuos altamente concentrados producidos por partidas de alimentos para ganado o aves. Ciertas cláusulas de tales reglamentaciones se refieren al olor, lo que rara vez es un problema para la acuicultura. Los residuos producidos en sistemas cerrados o semi-cerrados como los estanques de peces se están descomponiendo continuamente y son reciclados por procesos naturales.

#### **K. COMO IMPLEMENTAR UN PLAN DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS DEL SECTOR PISCÍCOLA**

Según <http://www.agronet.gov>.(2015), para lograr la competitividad, la inserción en los mercados internacionales, la sostenibilidad ambiental de la agricultura, la reducción de la pobreza en el sector rural y aprovechar las potencialidades del campo, en el Ecuador, se deberá trabajar en estrategias orientadas a incentivar mejoras en la productividad, reducir los costos de producción, y generar la sostenibilidad ambiental fomentando el cumplimiento de medidas sanitarias, ambientales y sociales las cuales son indispensables para lograr el acceso real a los mercados. La competitividad de la producción agropecuaria está determinada de una parte por aquellos factores que inciden en la formación de los precios, y por el cumplimiento de los estándares sanitarios, técnicos y ambientales, en particular, por:

- El comportamiento de los precios de los productos agropecuarios.
- los costos de producción y de comercialización,
- El incremento de los rendimientos y la productividad y
- El mejoramiento del estatus sanitario y el cumplimiento de las normas técnicas y ambientales. De otra parte, la competitividad también depende de condiciones que facilitan las inversiones y las transacciones en los mercados

del sector, entre ellas el financiamiento, la información, la seguridad jurídica, y la adecuación de las instituciones del sector.

Para <http://www.agronet.gov>.(2015), igualmente la competitividad depende del uso racional de los recursos naturales y de la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos, por lo tanto, el crecimiento económico sectorial está sustentado en el uso sostenible de los recursos naturales, con una visión de largo plazo, en el marco de los compromisos de Ecuador en los acuerdos multilaterales de medio ambiente y sus protocolos, promovidos por las Naciones Unidas, tales como: Convenio de Diversidad Biológica, Convenio de Cambio Climático, Convenio de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, Protocolo de Kyoto, Protocolo de Basilea, Convención de Estocolmo, Protocolo de Montreal. Desde 1991, la Constitución Política de Ecuador le otorgó una importancia fundamental al tema ambiental, al establecer como principio la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la nación.

Masera, O. (2009), enseña que asimismo determinó que en el Ecuador debe proteger tanto la diversidad como la integridad del medio ambiente y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con el propósito de garantizar el desarrollo sostenible de la nación, previniendo y controlando factores de deterioro ambiental. Por lo tanto, con el fin de cumplir con el mandato constitucional, el proceso de desarrollo de Ecuador está sustentado en la articulación de sus dimensiones económica, social y ambiental. Dicha articulación permite sentar las bases para avanzar hacia el desarrollo sostenible, entendido como aquel “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”.

El mismo Masera, O. (2009), dice que consecuente con lo anterior, el desarrollo sostenible del sector agropecuario, está orientado en función de garantizar condiciones adecuadas y seguras de calidad de vida de los campesinos y de crecimiento económico, lo cual implica la inclusión de consideraciones ambientales y del riesgo en los procesos de planificación y la adopción de modalidades sostenibles de producción y consumo, la reducción del riesgo y la

prevención de la degradación ambiental. En este contexto, el componente ambiental de la Política Agropecuaria, se enmarca en la Política Ambiental definida en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Un Estado Comunitario: Desarrollo para Todos, “Una Gestión Ambiental y del Riesgo que promueva el Desarrollo Sostenible”, orientada a proteger las riquezas naturales de la nación, la diversidad y la integridad del medio ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con el propósito de garantizar el desarrollo sostenible de la nación, previniendo y controlando factores de deterioro ambiental. Por esto, la Política Agropecuaria contempla entre otros temas los siguientes, que tienen que ver con el uso adecuado de los recursos naturales:

### **1. Ampliación de la disponibilidad, el acceso y mejoramiento del uso de los factores productivos básicos**

Según [http://www.ifc.org/ifcex/enviro.xom.\(2015\)](http://www.ifc.org/ifcex/enviro.xom.(2015)), los incrementos en la productividad son el factor más decisivo en la obtención de costos unitarios más competitivos; un incremento suficiente en la productividad permite inclusive contrarrestar las alzas en los precios de los insumos. En los sistemas de producción agropecuarios, la productividad depende en primer lugar, de la calidad de los recursos naturales básicos: riego, suelo y semillas o material de reproducción, de las condiciones climáticas y ambientales; y en segundo lugar, de las innovaciones tecnológicas que permitan hacer un uso cada vez más eficiente de los recursos disponibles. La disponibilidad y las características de estos recursos naturales son la base de las ventajas comparativas de que goza la agricultura nacional.

### **2. Disponibilidad, acceso y uso eficiente del suelo y riego**

Torres, R. (2014), indica que dispone de una amplia oferta de suelos con vocación para diferentes usos agropecuarios y abundantes fuentes de agua, sin embargo, la cobertura del riego es abiertamente insuficiente, y la localización de los sistemas de producción presenta diversos grados de conflicto con la vocación del

suelo, fenómenos que limitan el crecimiento de la productividad y en general, el aprovechamiento de las ventajas comparativas. Este programa tiene como objetivo mejorar la disponibilidad, el acceso y el uso eficiente del suelo y los recursos hídricos. Para esto estamos trabajando en:

- Ampliar la cobertura y el acceso al riego;
- Recuperar y conservar las cuencas abastecedoras de agua;
- Incentivar el uso eficiente del suelo y
- Dinamizar el mercado de tierras.

### **3. Insumos utilizados en las labores de cultivo de especies acuáticas**

Fitzsimmons, K. (2000), informa que la demanda de agua y de espacio es imprescindible para el desarrollo de prácticas de acuicultura: la primera se usa como soporte para el cultivo de las especies acuáticas, dependiendo del tipo de organismos en cultivo (autótrofos I o heterótrofos II; como proveedora de oxígeno y otros nutrientes; y como reservorio para los elementos de desechos, los que pueden tener diversos efectos sobre el medio ambiente. El espacio para las instalaciones en tierra y agua es otro insumo que esta actividad requiere y, muchas veces, gatilla tensiones sociales provocadas por la percepción de las comunidades humanas asentadas en las cercanías, que no vislumbra los beneficios de esta actividad, o porque la ubicación de sus instalaciones genera competencias con otras actividades productivas. Materiales de diversos tipos son requeridos para la construcción de los sistemas de acuicultura.

Torres, R. (2014), indica que en países donde las prácticas de cultivo son extensivas los materiales más requeridos son baratos y disponibles localmente, como el caso de las maderas y los elementos de desechos de otras actividades humanas. En cambio, cuando las prácticas de acuicultura tienden a ser más intensivas, los materiales utilizados tienden a tener un mayor costo, es el caso del acero galvanizado, el aluminio, la fibra de vidrio y el PVC. Sin embargo, y en un contexto general, la demanda de estos recursos por parte de la acuicultura no es significativa. Además, diversos elementos químicos son demandados por parte de

las actividades de producción acuícola. El uso de pinturas anticorrosivas y las que eviten la proliferación de organismos incrustantes, son también requeridos para mejorar los rendimientos productivos.

Astorga, A. (2006), expresa que muchos de estos compuestos tienen diferentes componentes que, de un modo u otro, generan efectos ambientales y serán discutidos en mayor detalle más adelante. La acuicultura requiere de una fuente de semilla para comenzar sus actividades. En algunos casos, éstas se obtienen directamente de la naturaleza dado que su producción, en sistemas de cultivo, es compleja o porque no es económicamente viable. Sin embargo, desde un punto de vista productivo, la captura de semillas de la naturaleza no es deseable ya que los costos para su obtención y transporte, así como la mortalidad y la incapacidad de seleccionar a los individuos de mejor calidad, no permiten mejorar la productividad. Además, es posible pensar que una captura de semillas puede tener efectos negativos sobre las tasas de reclutamiento de las poblaciones naturales.

#### **a. El Alimento**

Para <http://www.environmentalguidelines.com>. (2015), el alimento es uno de los principales insumos requeridos por la acuicultura animal. La intensificación de esta práctica de cultivo de peces ha significado que pequeños granjeros no puedan mantener su negocio y que la producción de los especímenes se sustente cada vez más de una fuente exógena de alimento<sup>15</sup>. Como consecuencia, la producción, especialmente de peces y crustáceos (organismos de alto nivel trófico o carnívoros), se ha desarrollado basada en la industria de harina de pescado. A mediados de los años noventa la producción mundial del salmón del Atlántico era de 400 mil toneladas y, asumiendo un factor de conversión del alimento de 1,3:1, se obtiene que para su producción fueron requeridas 520 mil toneladas de alimento. Considerando que la dieta de las especies piscícolas contiene un 50% de harina de pescado y que 5 toneladas de peces son requeridas para procesar 1 tonelada de este insumo, se puede estimar que para sustentar la producción se

necesita, anualmente, 1.3 millones de toneladas de peces, es decir, se requiere, aproximadamente, tres kilos de pescado para producir uno de salmón.

### **b. La huella ecológica**

Borraz, L. (2008), instruye que en otro plano, una consecuencia de la demanda de los diferentes insumos requeridos por parte de la acuicultura se puede explicar con el concepto de la "huella ecológica". Este término se refiere al requerimiento de espacio, tanto de agua como de tierra, necesario para proveer de recursos, servicios y energía a un área productiva determinada, existen alternativas tecnológicas y estrategias de desarrollo que tienden a disminuir la huella ecológica de prácticas de cultivo intensiva en cuerpos de agua.

### **c. Instalación de centros de cultivo**

Según <http://www.femica.org/areas/modambiental>. (2015), en relación con el segundo proceso de transformación, la instalación de un centro productivo en el que se requerirán jaula, líneas flotantes y otros sistemas, implica necesariamente un incremento de la actividad humana y de los niveles de ruido. Ello tiene efectos adversos sobre la vida silvestre, tanto en el sitio específico como en toda la zona costera aledaña y en rutas de servicios cercanas a éste. Por otra parte, el cultivo de una especie en un lugar determinado atrae depredadores, lo cual puede producir como resultado final la muerte de animales en forma accidental o deliberada. Ello ha producido, en muchas ocasiones, un aumento de los conflictos con organizaciones preocupadas por el cuidado del medio ambiente cuyas iniciativas de protección, incluso han logrado introducir en algunas regiones Códigos de Prácticas en orden de minimizar los conflictos.

### **d. Los desechos**

Herrero, M. (2008), explica que la producción acuícola finaliza con la obtención de su producto y sus desechos. Los desechos van desde diversos tipos de plásticos

y estructuras metálicas, hasta alimento no ingerido, productos de excreción, materias fecales, químicos, microorganismos, parásitos y animales asilvestrados. Del total del alimento suministrado para la producción de especies acuáticas cerca de un 25% de los nutrientes son asimilados por éstos, mientras que un 75% a 80% queda en el ambiente de una forma u otra. Una parte importante de estos desechos va al fondo y otro porcentaje queda en la columna de agua. Este aporte y concentración local de nutrientes tiene múltiples efectos ambientales, el cultivo de organismos filtradores, aunque no implica un suministro externo de alimento, también tiene diferentes efectos ambientales y concentran elementos de desecho en las inmediaciones a los centros donde son cultivados.

Borraz, L. (2008), señala que a pesar de ello, debe indicarse que los filtradores producen un aumento de la biodepositación en el lugar de cultivo junto con una disminución de la sedimentación en un área geográfica mayor, las diferentes especies de cultivo, las diferencias entre la dinámica hidrográfica y las condiciones climáticas de los lugares en que se instalen los cultivos, así como variaciones en las fórmulas del alimento o en las aproximaciones metodológicas de las investigaciones.

## **L. SANIDAD PISCÍCOLA**

Según <http://www.elacuario.org>.(2015), dentro de la tecnología de cultivo, la sanidad ocupa un lugar de interés por la necesidad que existe de conocer los procedimientos para prevenir y controlar las enfermedades que potencialmente limitan la producción. La prevención de las enfermedades es el mejor elemento de control y juega un papel importante en los cultivos de peces, teniendo en cuenta los cuidados de higiene de los estanques, el manejo de una densidad de carga adecuada, etc. El piscicultor debe ser capaz de detectar algunos de los problemas de carencia nutricional o de enfermedades infecciosas más comunes, debe aprovechar operaciones de clasificación para examinar, medir y pesar a todos los peces,

## a. Equipos

Brown, L. (2000), estudia que deberían ser mantenidos separados (uno para cada estanque si es posible), y ser desinfectados después de cada uso, si esto no es posible por lo menos una vez por semana.

- Estanques: Limpiar y desinfectar antes de usar si la naturaleza del estanque lo permite.
- Movimiento de peces: De tiempo en tiempo es necesario clasificarlos, pero las diferentes poblaciones o grupos de peces no deberán ser mezclados. Si un grupo muestra signos de enfermedad, este deberá estar mantenido en estanques individuales y no distribuido por toda la granja.
- Peces muertos: Deberán ser removidos diariamente e incinerados de inmediato. Las pérdidas de peces deberán ser registradas. Si el número de peces muertos se va incrementando podría deberse a condiciones inadecuadas del medio o a una enfermedad. Las enfermedades de los peces, al igual que la de otros seres vivientes, se debe procurar prevenirlas en lo posible, así como detectar y controlarlas temprano. Para tales propósitos es necesario poner atención a los cuidados diarios con el fin de conocer bien el estado de salud de los peces y descubrir rápidamente cualquier anomalía. Cuando se descubre la presencia de alguna enfermedad no deberá hacerse ningún tratamiento (medicación), bajo un criterio profano, por el riesgo de empeorar el cuadro con un diagnóstico y tratamiento erróneo, sino que se deberá solicitar los estudios pertinentes a las instituciones o profesionales especializados en el área.
- Causas de enfermedades: físicas como temperatura, contenido de materiales en suspensión, turbidez; químicas: Cambios de pH, presencia de contaminantes orgánicos o inorgánicos, deficiencia de oxígeno, incremento del CO<sub>2</sub>, etc, nutricional como carencia y desequilibrio de los principales nutrientes del alimento, como vitaminas y minerales de orden biológico, y deficiente manejo durante las mediciones, selección traslado, limpieza.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se realizó en el centro experimental piscícola del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago que se encuentra ubicada en la Plaza Twintza vía Macas – Sucúa, Kilometro 17. Se encuentra en un rango longitudinal de 1000 msnm, con una longitud oeste de  $78^{\circ} 7,2$  y una latitud sur de  $1^{\circ} 29,8$  S, las condiciones meteorológicas del cantón Morona se describen en el (cuadro 3).

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN MORONA.

PARÁMETRO	VALOR
Temperatura	22,2 °C
Altitud	1100 msnm.
Precipitación	2500 mm
Humedad Relativa	80%
Velocidad del viento	11,2

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de cantón Morona. (2015).

La investigación de campo fue programada para ser desarrollada en un lapso de 127 días, contemplando todas las actividades y programas que se desarrollaron para el estudio ambiental.

#### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

En vista de que la investigación fue de carácter evaluativa ambiental se manejó como unidades experimentales a las muestras de aguas residuales y suelo, las mismas que fueron tomadas en base a un modelo de muestreo mixto; es decir, que se tomaron las muestras en un lapso de tiempo pre-establecido en el punto

de la tubería de descarga más cercano al vertido inicial y final. Se tomó una muestra de 1 litro de agua residual y 200 g de suelo, con un intervalo de tiempo de 15 días para obtener un total de 6 muestras durante tres meses, las mismas que actuaron como unidades experimentales.

## **C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES**

### **1. De campo**

- Recipientes plásticos de diferentes volúmenes.
- Identificadores.
- Botas.
- Guantes.
- Cámara fotográfica.
- Fundas de plástico con cierre tipo zip.
- Equipo de posicionamiento global (GPS).
- Mesa.
- Diarios de campo.
- Recipientes de 1 litro, esterilizados para muestras de agua.
- Rótulo.
- Bodegas.
- Palas.

### **2. De laboratorio**

- Pipetas.
- Bureta de precisión.
- Balanza analítica.
- Balones aforados.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitados.
- Botellas de incubación.

- Incubador.
- Matraz aforado.
- Matraces Erlenmeyer.
- Refrigerantes.

### 3. **Reactivos**

- Solución tampón de fosfato.
- Solución de sulfato de magnesio.
- Solución de cloruro férrico.
- Soluciones ácida y alcalina, 1 N.
- Ácido.
- Alkali.
- Solución de sulfito de sodio.
- Inhibidor de nitrificación: 2-cloro-6-(triclorometil)piridina).
- Solución de glucosa-ácido glutámico.
- Solución de cloruro de amonio.

## **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Por tratarse de un estudio del nivel de contaminación e impacto ambiental, no se consideran tratamientos experimentales, ni repeticiones sino que responde a un análisis de estadística descriptiva de las muestras de los residuos industriales líquidos (RILES), y del suelo del estanque del centro piscícola, cada 15 días.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Las variables experimentales que se consideraron en el presente estudio fueron:

### 1. Análisis de agua

- Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>.
- Demanda química de Oxígeno, DQO.
- pH del agua.
- Contenido de sólidos totales, mg/l.

### 2. Análisis del suelo

- Contenido de materia orgánica.
- Contenido de nitrógeno total del suelo.

### 3. Identificación de Impactos Ambientales

- Matriz de Leopold y sus criterios de evaluación.

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

El carácter del análisis estadístico de las variables implícitas dentro de la investigación fue de orden descriptivo, en vista a la naturaleza de los resultados, los mismos que fueron recolectados, ordenados, tabulados y analizados con la ayuda de procesadores de datos como lo es Excel. Además dentro del análisis estadístico se calculó los siguientes parámetros estadísticos:

- Media.
- Moda.
- Desviación estándar.
- Distribución de frecuencias.

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Para realizar el Diseño de un Plan de Administración Ambiental para el Centro Piscícola del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago, se efectuó el siguiente procedimiento:

### **1. Observación Reconocimiento de Campo del Centro Piscícola**

Se realizó una primera visita al área de influencia del Centro Piscícola del Gobierno Autónomo Descentralizado de cantón Morona, con objeto de refinar las actividades planificadas. Esta visita sirvió para establecer los puntos de muestreo y re-evaluar la logística considerada.

### **2. Descripción del Área de Influencia y levantamiento de la línea base**

La descripción del área de influencia consistió en la delineación de las características físicas, biológicas y socio-culturales tanto del área de influencia directa como indirecta del centro piscícola y del cantón Morona. Para ellos se recopiló información existente en fuentes bibliográficas referentes al espacio de la explotación, además la información inexistente en la bibliografía se recopiló mediante la realización de muestreos de campo, con objeto de obtener información actualizada sobre las condiciones de la biodiversidad, ambiente y socio-cultural del área de influencia.

### **3. Revisión Ambiental Inicial y Análisis de Impactos**

Con la ayuda de criterio técnico y conocimientos teóricos se procedió a realizar una evaluación visual del entorno del centro piscícola para determinar los posibles puntos de contaminación y derivar las respectivas medidas de mitigación de cada uno de ellos para analizar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales. Posteriormente se identificó las medidas apropiadas para contribuir a la prevención, control y mitigación de los impactos no deseados, o a la

optimización de aquellos que se consideró benéficos.

#### **4. Evaluación de las aguas residuales**

Cada 15 días se realizó el muestreo de las aguas tanto a la entrada de los estanques como a la salida de ellos, se recolecto 1000 centímetros cúbicos en recipientes debidamente etiquetados, para el respectivo análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), y Demanda Química de Oxígeno (DQO); así como también, la muestra de 200 g de suelo circundante de los estanques, se colocó en un cooler y se transportó al Laboratorio de Ciencias de la ESPOCH, para su análisis, cada 15 días es decir 6 muestras en un lapso de 3 meses.

#### **5. Alimentación de los peces**

Como actividad cotidiana se procedió a la alimentación diaria de los peces para determinar si en este proceso existe algún tipo de contaminación y sobre todo prevenir derrames de alimento, para lo cual se tuvo mucha precisión de la dosificación adecuada, debiéndose además tener muy en cuenta los recipientes, fecha de elaboración del alimento y método de distribución del mismo.

#### **6. Diseño del Plan de Administración Ambiental**

Una vez determinados todos los factores que contemplan una evaluación ambiental inicial se procedió a la elaboración del plan de admistración ambiental, que sirvió de referente para la obtención de la licencia ambiental, muy necesaria para el normal desarrollo de las actividades dentro del centro piscícola y sobre todo constituirse en un referente para otras empresas no solo piscícolas sino también de otras áreas del sector pecuaria de la provincia de Morona Santiago.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. Análisis físico-químicos del agua

#### a. Demanda Bioquímica de Oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ), se utilizó para determinar los requerimientos de oxígeno necesarios para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas residuales; su aplicación permitió calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. La técnica utilizada de medición fue la siguiente:

- Se introdujo 200 cc de la muestra líquida en un recipiente opaco que evitó que la luz pueda introducirse en su interior (se eliminó de esta forma las posibles reacciones fotosintéticas generadoras de gases), se introdujo un agitador magnético en su interior, y se tapó la boca de la botella con un capuchón de goma en el que se introdujeron algunas lentejas de sosa. Se cerró la botella con un sensor piezoeléctrico, y se introdujo en una estufa a 20 °C.
- Las bacterias fueron oxidando la materia orgánica del interior de la disolución, con el consecuente gasto de oxígeno del interior de la botella. Estas bacterias, debido al proceso de respiración, emitieron dióxido de carbono que fue absorbido por las lentejas de sosa. Este proceso provocó una disminución interior de la presión atmosférica, que fue medida con el sensor piezoeléctrico.

En detalle:

- Se introdujo un volumen conocido de agua a analizar en un matraz aforado y completar con el agua de dilución.
- Se verificó que el pH se encuentre próximo a 7, y se ajustó el volumen a 200 cc.

- Se llenó completamente un frasco con esta solución y se tapó sin que entren burbujas de aire.
- Luego se preparó una serie de diluciones sucesivas, se conservó los frascos a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en la oscuridad, y se midió el oxígeno disuelto subsistente al cabo de 5 días.
- Posteriormente se practicó un ensayo testigo determinando el oxígeno disuelto en el agua de dilución y se trató dos matraces llenos de esta agua como se indicó anteriormente, finalmente se determinó el oxígeno disuelto.

En el curso del ensayo testigo, el consumo de oxígeno debía situarse entre 0,5 y 1,5 g/l, en el caso contrario, la inoculación con el agua destilada no fue conveniente y se necesitó modificar la preparación. Para la determinación de oxígeno disuelto (OD), se empleó cualquiera de los dos métodos establecidos en la norma NMX-AA-012-SCFI. La expresión de los resultados fue:

$$\text{DBO} = F (T_0 - T_5) - (F - 1) (D_0 - D_5).$$

Donde:

$D_0$  = Contenido de oxígeno (mg/l), del agua de dilución al principio del ensayo.

$D_5$  = Contenido medio de oxígeno (mg/l), del agua de dilución al cabo de 5 días de incubación.

$T_0$  = Contenido de oxígeno (mg/l), de una de las diluciones de la muestra al principio del ensayo.

$T_5$  = Contenido de oxígeno (mg/l), de una de las diluciones de la muestra al cabo de 5 días de incubación.

F = Factor de dilución.

Valores por encima de 30 mgO<sub>2</sub>/litro, pueden ser indicativos de contaminación en aguas continentales, aunque las aguas residuales pueden alcanzar una DBO<sub>5</sub> de miles de mgO<sub>2</sub>/litro.



## b. Demanda Química de Oxígeno, (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), fue un parámetro que midió la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra de agua residual. Se utilizó para medir el grado de contaminación y se expresó en  $\text{mgO}_2/\text{litro}$ .

- Se Introdujo 50 ml, de agua a analizar en un matraz de 500 ml, y se añadió 1 g, de sulfato de mercurio cristalizado y 5 ml, de solución sulfúrica de sulfato de plata.
- Luego se calentó, si fue necesario, hasta disolución perfecta, para posteriormente añadir 25 ml, de disolución de dicromato potásico 0,25 N y después 70 ml, de solución sulfúrica de sulfato de plata.
- A continuación se llevó a ebullición durante 2 horas bajo refrigerante a reflujo adaptado al matraz, y se dejó que se enfríe.
- Posteriormente se diluyó a 350 ml, con agua destilada, y se añadió algunas gotas de solución de ferroína.
- A continuación se determinó la cantidad necesaria de solución de sulfato de hierro y amonio para obtener el viraje al rojo violáceo y se procedió a las mismas operaciones con 50 ml, de agua destilada.

La Expresión de los resultados fue:

$$DQO (mg/l) = 8000 (V1 - V0) TV$$

Donde

- $V_0$  es el volumen de sulfato de hierro y amonio necesario para la determinación (ml).
- $V_1$  es el volumen de sulfato de hierro y amonio necesarios para el ensayo en blanco (ml).
- $T$  es el valor de la concentración de la solución de sulfato de hierro y amonio
- $V$  es el volumen de la muestra tomada para la determinación.

### c. pH del agua

El pH de un líquido fue una medida de su acidez o su alcalinidad, químicamente hablando, el pH reflejó la cantidad de iones de hidrógeno con carga positiva disueltos en el líquido, una gran cantidad de esos iones ocasionan que el líquido sea ácido, hay tres métodos comunes para medir el pH de los líquidos, cada uno de los cuales varía en su precisión y aplicación. Se aplicó el siguiente método

Se utilizó un papel tornasol que fue una pequeña tira de papel que se la sumergió en una combinación de colorantes que cambian de color de acuerdo al pH del medio en el que estén contenidos. Los líquidos ácidos (con un pH inferior a 7), cambiaron el color del papel a rojo, mientras que los líquidos alcalinos (con un pH superior a 7), lo cambiaron a azul o púrpura. El papel tornasol fue bueno para la estimación aproximada del pH relativo de los líquidos, pero no para lecturas precisas. La medición se hizo al sumergir brevemente el extremo de una tira no utilizada en el líquido y permitiendo que se seque.

El valor de pH fue de vital importancia, ya que la concentración de iones hidrógeno modificó la disponibilidad de nutrientes y además nos puede evidenciar algunas falencias del suelo como exceso de sodio. Todos los microelementos necesarios para los cultivos, se encontraron en las formas absorbibles por las plantas cuando el pH fue ácido. Pero no convienen valores extremos de acidez ya que algunos microelementos se tornaron tóxicos en concentraciones altas. Cuando el valor de pH del suelo fue cercano a 8 (ocho), es un indicativo de que existe presencia de altas concentraciones del ion sodio, el cual provoca la

dispersión de las partículas del suelo, haciendo que el mismo pierda su estructura acarreado problemas de permeabilidad y retención de agua.

Si el pH fue cercano a 8 (ocho), pero no muy superior, y se quiere determinar si hay exceso de sodio, se midió el pH en una solución 1:10; si el resultado de esta medición fue de más de un punto arriba de la medición 1:2.5, se está en presencia de altas concentraciones de sodio..

#### **d. Determinación de Sólidos totales**

La determinación de los sólidos totales calculó los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su determinación se basará en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimentará una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante a 103-105°C. Para la preparación de la muestra se deberá efectuar el siguiente procedimiento.

- Si la cantidad de muestra fue excesiva para almacenarla, se obtuvo una submuestra mediante el sistema de cuarteo. Para ello, se esparció la muestra formando una capa delgada, se dividió en cuatro porciones iguales, y luego se cambió dos de las cuatro porciones diagonales, descartando las otras dos.
- Se repitió este procedimiento hasta obtener la cantidad deseada de muestra de suelo.

Posteriormente para el análisis de los sólidos totales se procedió de la siguiente manera:

- Se homogenizó bien la muestra de terreno, disgregando los terrones manualmente o mediante presión con un martillo de madera o un tapón de goma, eliminando las piedras y los residuos vegetales de mayor tamaño tales

como raíces gruesas En el caso de suelos arcillosos, se secó previamente la muestra hasta alcanzar un grado de humedad que permitió una fácil desintegración de los terrones.

- Luego se separó una fracción de al menos 500 g, de la muestra de terreno (en adelante muestra de laboratorio o simplemente muestra de suelo), esparcirla sobre una bandeja cubierta con una lámina de plástico. El espesor de la capa de muestra no debe ser superior a 15 mm.
- Posteriormente se secó la muestra al aire, dejando la bandeja en un ambiente ventilado libre de contaminación, o bien en estufa a una temperatura no superior a  $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , hasta que la pérdida de masa no sea mayor del 5% en 24 horas.
- A continuación se tamizó la muestra a través del tamiz de 2 mm, los terrones que no pasan por el tamiz se disgregaron (no se muelen), en un mortero y se tamizaron nuevamente. Los fragmentos orgánicos y grava que permanecieron en el tamiz se eliminaron, a menos que se requirió conocer el porcentaje de grava.
- La muestra de fracción  $<2$  mm se homogenizo y se almaceno en una bolsa o frasco plástico y constituyo la muestra de suelo seco al aire que se sometió a los procedimientos analíticos usuales. El remanente de la muestra de terreno se almacenó en una bolsa plástica y permaneció como contramuestra.

## **2. Análisis del suelo**

### **a. Contenido de materia orgánica**

Se utilizó el método de calcinación el cual determinó el contenido total de materia orgánica que posee el suelo, completo o en alguna de sus fracciones. Debía tenerse presente que con este método se obtienen valores más altos en el contenido de materia orgánica del suelo, ya que con él se volatizan todas las

formas de carbono orgánico (C<sub>2</sub>), presentes en la muestra. La manera de hacer esta determinación de la materia orgánica del suelo consistió en:

- Se pesó una muestra de 6 o 7 g, de suelo seco al aire y tamizado a 2 mm (o en la fracción requerida), y se colocó en crisoles de porcelana.
- Se secó el conjunto (la muestra y el crisol), en horno a 105° C hasta peso constante (aproximadamente entre 24 y 48 horas), se retirara del horno y se dejó enfriar en desecador, luego se pesó.
- Se calcinó la muestra en una mufla a 650 o 700° C, durante 3 o 4 horas, y luego se retiró de la mufla el conjunto, se dejó enfriar en desecador y se pesó nuevamente.
- Se calculó la diferencia de peso entre las medidas antes y después de calcinar; esta diferencia de peso equivale a la cantidad de materia orgánica que se perdió de la muestra por efecto de la calcinación.
- Se expresó la diferencia de peso en porcentaje (%), con respecto al peso inicial de la muestra (seca a 105° C), y ese es el porcentaje de materia orgánica que tenía aquella.

#### **b. Determinación del nitrógeno del suelo**

- Digestión. Se pesó 1; 0,5 o 0,25 g, de muestra para suelos con 2, 4 u 8% de materia orgánica, respectivamente; en suelos arenosos se sugirió pesar 0,5 g para evitar que la muestra se proyecte durante la digestión. Se adicionó 4 ml, de ácidos sulfúrico concentrado. Se dejó en reposo toda la noche. Simultáneamente se corrieron blancos de reactivos. Se agregó 1,1 g; de mezcla catalizadores y se calentó hasta que el digestado se torne claro (260°C). Se bulle la muestra 1 h a partir de ese momento. La temperatura en esta fase se debía regular de modo que los vapores de ácido sulfúrico se condensen en el interior del cuello del tubo de digestión. Completada la etapa anterior, se dejó enfriar el tubo y se agregó suficiente agua para colocar la suspensión, mediante

agitación, el digestado (4 a 5 ml, son suficientes). Se dejó decantar las partículas de sílice con lo que se evita la precipitación de cristales de sulfato de amonio.

- Destilación. Se transfirió el contenido al bulbo de la cámara de destilación del aparato, fue conveniente lavar el matraz de digestión dos o tres veces con pequeñas porciones de agua, adicionarlas junto con la muestra a la cámara. Se colocó en el tubo de salida del aparato de digestión un matraz Erlenmeyer de 125 ml, con 10 ml, de la solución de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (ácido bórico), con indicador, se adicionó 10 ml, de  $\text{NaOH}$  10 N, al bulbo de destilación. Se conectó el flujo de vapor y se inició la destilación, se destilaron aproximadamente 75 ml, y se lavó el condensador.
- El nitrógeno amoniacal se determinó por titulación con ácido 0.05 N. Se sugirió utilizar una microbureta de 10 ml, con graduaciones de 0.02 ml, o un titulador. El punto de equivalencia de la titulación ocurrió cuando la solución vira de verde a rosado (titular los blancos y tomar como referencia este vire).

### Cálculos

La concentración de N en  $\text{cmolc kg}^{-1}$ , en la muestra se determinó según la siguiente fórmula:

$$71.428 \cdot 10 \cdot \left( \frac{V_{\text{muestra}}}{V_{\text{blanco}}} \right) \cdot \left( \frac{1}{10} \right) \cdot \text{Peso muestra} \cdot V \cdot V \cdot N_{\text{ácido}} \cdot N_{\text{cmol k g muestra}} - \text{blanco}$$

Donde:

- $V_{\text{muestra}}$  = volumen de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  para titular la muestra
- (ml,)  $V_{\text{blanco}}$  = volumen de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  titular el blanco (ml,)
- $N$  = normalidad exacta del  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 14 = peso mili-equivalente del N (mg).
- $1/10$  = factor para convertir a porcentaje (100/1000).
- 71.428 factor para convertir de porcentaje a  $\text{cmol kg}^{-1}$
- Peso de muestra en gramos

Nota: Con la finalidad de disminuir la variabilidad en los resultados de los análisis de N total, los suelos se tamizaron en malla 80 (0.20 mm). Para una recuperación de N, de 97% a 100%, deberían destilarse 75 ml, aproximadamente. Para evaluar la recuperación de N, se preparó una solución patrón de 1000 ppm, de amonio. Luego se pesó 3.821 g, de cloruro de amonio, se diluyó a 1 litro y guardó en un frasco en el refrigerador. Luego se destiló 1 ml, de alícuota (1 ml, de alícuota de la solución patrón contenía 1 mg de nitrógeno).

$N \text{ ppm} = (M-V), \times 14 \times N \text{ ácido}$

$= \text{ml}, \times 14 \text{ mg} \times .05 \text{ N.}$

$= \text{ml}, \times 14 \text{ mg} \times .05 \text{ eq/l.}$

$= \text{ml}, \times 14 \times .05 \text{ e/1000 ml.}$

$= \text{mg de N.}$

### **3. Identificación de los impactos ambientales**

Para la valoración de los impactos sobre el ambiente se utilizó las matrices modificadas de Leopold, que son tablas en las cuales se relacionaron las causas y efectos de las actividades sobre el ambiente. Dentro de la matriz las actividades de que se realizaron dentro de la piscícola debían ser colocadas en los encabezados de las columnas y los aspectos ambientales en los encabezados de las filas. En las cuadrículas de intersección de estas relaciones actividad/ambiente se asignaron valores de acuerdo a la magnitud e importancia de los impactos esperados; los valores con los que se ponderó cada interacción ambiente/actividades van de 1 a 10 y pueden ser precedidos de un signo positivo (+), o negativo (-), de acuerdo al tipo de impacto producido; por ejemplo. Aquellos con altos valores negativos fueron analizados exhaustivamente para decisiones sobre cambios las directrices de las actividades de la finca. Las matrices que se utilizan en la presente investigación se describen a continuación en el (cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.

FACTORES AMBIENTALES		actividades								sub total de impactos identificados
		alimentación larvas	alimentación peceras	limpieza estanques	despacho de alevines	alimentación estanques	extracción de ovas	limpieza de laboratorio	calentamiento de las peceras	
ABIÓTICOS	aire									
	suelo									
	agua									
BIÓTICOS	flora									
	fauna									
SOCIOECONÓMICOS	empleo									
	culturales									
	paisaje									
total de impactos identificados										



Cuadro 5. MATRIZ DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

factores ambientales		actividades																							
		alimentación larvas			alimentación peceras			limpieza estanques			despacho de alevines			alimentación estanques			extracción de ovas			limpieza de laboratorio			calentamiento de las peceras		
		N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E
abióticos	aire																								
	suelo																								
	agua																								
bióticos	flora																								
	fauna																								
Socio - económicos	empleo																								
	culturales																								
	paisaje																								

NATURALEZA		importancia		extensión	
1	1-3	baja	1-3	baja	
	3-5	moderado	3-5	moderado	
-1	5-7	alto	5-7	alto	
	7-10	muy alto	7-10	muy alto	

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. PLANTEAMIENTO DE LA LÍNEA BASE**

###### **1. Presentación de la institución**

El Consejo Provincial de Morona Santiago fue creado por disposición de la Constitución Política del Estado, expedida mediante Decreto Legislativo del 25 de Mayo de 1967, publicado en el Registro Oficial No.123 de la misma fecha, siendo su primer Prefecto el Sr. Teniente (r), Ernesto Olmedo Lara. La fiesta de Provincialización se celebra el 10 de noviembre.

###### **2. Ubicación y localización de la empresa**

###### **a. Ubicación y georeferenciación**

La presente investigación se realizó en el centro experimental piscícola del Gobierno Autónomo descentralizado de la provincia de Morona Santiago, ubicada en la Plaza Twintza, vía Macas – Sucúa, Kilometro 17, de la parroquia Macas, del cantón Morona Santiago con las siguientes coordenadas como se describen en el cuadro 6, y su posicionamiento global se ilustra en la fotografía 1:

Cuadro 6. DATOS GEOGRÁFICOS DEL CENTRO EXPERIMENTAL PISCÍCOLA, DE LA PLAZA TWINTZA.

DATUM: WGS84	
X	Y
815917,84	9736557,81
815965,09	9736538,88
816059,10	9736739,11
816017,45	9736759,59



Fotografía 1. Imagen referencial de las instalaciones de la piscícola.

### **3. Descripción del entorno**

#### **a. Actividad principal a la que se dedica**

El centro experimental piscícola, de la plaza Twintza, de la provincia de Morona Santiago se dedica exclusivamente a producción de alevines de *Oreochromis sp*, (tilapia), y la reversión e inducción de desove en especie nativas de la zona. (Bocachico, *Brycon Amazonicus* y sábalo *Prochilodus lineatus*).

### **4. Reglamentos internos referentes a la gestión ambiental**

#### **a. Políticas de la institución**

El centro experimental piscícola, de la plaza Twintza, del cantón Morona está dedicado a la producción de alevines con proyección cantonal y provincial

siempre con el afán de cumplir con los requerimientos y expectativas de sus clientes, manteniendo el liderazgo del sector de la actividad piscícola, para lo cual cuenta con equipos, maquinaria y personal capacitado, asegurando un mejoramiento continuo, protección medio ambiental de una rentabilidad sostenible, que aseguran la producción tecnificada de alevines de tilapia para asegurar la demanda insatisfecha y sobre todo promocionar una producción que genera réditos económicos interesantes en beneficio de las familias de la parroquia de Macas y la provincia en general.

#### **b. Misión**

Para alcanzar la visión institucional, el Gobierno Provincial de Morona Santiago, trabaja planificada, conjunta y abiertamente en consenso político y social, amplio e incluyente, basado en el Plan Provincial de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, declarando a Morona Santiago en provincia ecológica y turística, para conseguir del concierto mundial la declaración de patrimonio natural, maravilla del mundo.

#### **c. Visión**

El Gobierno Provincial de Morona Santiago, desde el año 2014, es un gobierno eficiente, independiente, incluyente, participativo, intercultural, sustentable, solidario, equitativo, con igualdad de género, democrático, comprometido con el pueblo marginado y la defensa del medio ambiente y los recursos naturales, elementos claves para la seguridad alimentaria y el buen vivir.

#### **d. Política Ambiental**

El día lunes quince de agosto del año dos mil once, en la ciudad de Gualaquiza, en la sesión ordinaria el Consejo Provincial de Morona Santiago: se resolvió : “Crear la comisión técnica especial de gestión ambiental, conformada por los Señores consejeros: Pedro Mashiant, Tarquino Cajamarca, Celestino Wisum y Julio Tiwiram (ocupante de la silla vacía), quienes en un plazo de 45 días

estudiaran, sustentaran y presentaran el informe respectivo de la propuesta presentada por el ejecutivo magister Marcelino Chumpi Jimpikit de Declarar a Morona Santiago como una Provincia Ecológica, Turística Y Libre De Contaminación Ambiental, con la asesoría de técnicos especializados, incluyendo en este proceso a los diferentes actores sociales de la provincia y elevando a categoría de ordenanza provincial”.

En centro experimental piscícola de la plaza Twintza está comprometida con el ambiente, cuyo principal objetivo es de integrar la productividad y la calidad con la preservación ambiental, y siendo una responsabilidad de la dirección de la Planta alcanzar una buena práctica ambiental, por ende se establece dentro del plan empresarial como objetivo, y meta específica, la política ambiental.

#### **e. Problemática del sector**

Unos de los problemas más considerable que tiene el centro Piscícola, es la falta de interés y de responsabilidad de los impactos ambientales, un plan de operaciones estandarizado (POE), que indique al personal las buenas prácticas de manufactura y manejo de los equipos y residuos que se generan en los procesos. El impacto ambiental más frecuente que se presenta por la actividad acuícola, es la contaminación de los cuerpos de aguas naturales con nutrientes y materia orgánica debido a la descarga de efluentes no tratados, Sin embargo, es difícil determinar el impacto aislado de los efluentes de la acuicultura en el medio ambiente, ya que existe la interacción con factores ambientales.

### **5. Suelo**

#### **a. Tipos de suelos y calidad de suelos**

El cantón Morona, tiene diversidad de litología la zona alta está constituida por rocas volcánicas, esquistos y gneis pertenecientes a las Unidades Alao pante, Agoyán, Upano, Lutitas de las formaciones Napo, Tena, Mera areniscas de las

formaciones Hollín y Santiago, volcánicos y lutitas de la formaciones Chapizas entre otras.

## 6. Climatología

En el cuadro 7 y 8, se indica la temperatura y humedad del cantón Morona.

Cuadro 7. TEMPERATURA ANUAL DE LA PROVINCIA MORONA SANTIAGO.

Mes	Promedio de temperatura	Promedio máximo de temperatura	Promedio mínimo de temperatura
Junio	13,68	14,27	,
Julio	13,27	13,82	12,82
Agosto	13,02	13,66	12,51
Septiembre	13,92	14,70	13,29
Octubre	14,28	15,03	13,69
Noviembre	14,91	15,67	14,29
Diciembre	14,45	15,13	13,90
Total general	13,93	14,61	13,39

Cuadro 8. HUMEDAD ATMOSFÉRICA ANUAL DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Análisis de Meses	Promedio de Humedad	Promedio máximo de humedad	Promedio mínimo de humedad
Junio	92,62	95,72	88,36
Julio	93,45	96,24	89,74
Agosto	90,05	93,83	85,04
Septiembre	87,33	92,03	81,52
Octubre	89,86	93,96	84,65
Noviembre	89,62	93,65	84,48
Diciembre	91,09	94,57	86,58
Total general	90,59	94,29	85,78

En el cuadro 9 y 10, se describe la presión atmosférica y radiación solar de la provincia de Morona Santiago.

Cuadro 9. PRESIÓN ATMOSFÉRICA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Meses de Análisis	Promedio de presión atmosférica	Promedio máximo de presión atmosférica	Promedio mínimo de presión atmosférica
Junio	783,22	784,08	782,83
Julio	783,83	784,19	783,54
Agosto	783,99	784,35	783,70
Septiembre	783,28	783,67	782,94
Octubre	782,91	783,29	782,57
Noviembre	781,89	782,27	781,56
Diciembre	782,13	782,51	781,79
Total general	783,03	783,48	782,71

Cuadro 10. RADIACIÓN SOLAR ANUAL DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Meses de análisis	Promedio de radiación solar global	Promedio máximo de radiación solar global	Promedio mínimo de radiación solar global
Junio	114,45	245,13	56,14
Julio	130,22	261,34	67,52
Agosto	116,5	230,88	60,47
Septiembre	159,3	304,44	78,76
Octubre	154,1	296,88	75,45
Noviembre	175,0	316,29	89,41
Diciembre	157,8	275,19	79,32
Total general	143,80	275,56	72,41

En el cuadro 11 y 12, se describe la pluviosidad y velocidad del viento de la provincia de Morona Santiago.

Cuadro 11. PLUVIOSIDAD DE LA PROVINCIA MORONA SANTIAGO.

Mes de análisis	Sumatoria de pluviosidad
Junio	251,70
Julio	422,73
Agosto	253,36
Diciembre	176,43
Pluviosidad total	1104,22

Cuadro 12. VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Meses de análisis	Promedio de la velocidad del viento	Promedio máximo de la velocidad del viento	Promedio mínimo de la velocidad del viento
Junio	0,82	3,56	0,05
Julio	1,03	4,02	0,06
Agosto	0,85	3,72	0,05
Septiembre	1,03	4,24	0,06
Octubre	1,06	4,21	0,06
Noviembre	1,11	4,42	0,08
Diciembre	1,00	4,13	0,06
Total general	0,99	4,04	0,06

En el cuadro 13, se describe la humedad del suelo de la provincia de Morona Santiago.



Cuadro 13. HUMEDAD DEL SUELO DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

Meses de análisis	Promedio de la humedad del suelo	Promedio máximo de la humedad del suelo	Promedio mínimo de la humedad del suelo
Junio	60,80	6003	60,77
Julio	61,17	6130	61,14
Agosto	60,51	6035	60,48
Septiembre	60,16	6030	60,12
Octubre	60,07	60,12	60,02
Noviembre	59,37	59,40	59,34
Diciembre	59,96	59,99	59,93
Total general	60,29	60,33	60,26

## 7. Componente hídrico

La Provincia de Morona Santiago tiene en su territorio un número importante de ríos, entre los cuales se puede nombrar al : Upano, Santiago y Morona siendo estos los principales efluentes que aportarán sus aguas a los ríos principales de las subcuencas hidrográficas que se forman en esta la provincia.

- El Río Upano se encuentra al nor-este de Macas a dos kilómetros de la ciudad, por la vía Macas – Puyo. No se conoce con exactitud su extensión pero se dice que abarca una extensa playa cuyas riberas tienen un 30% de arena y un 70% de piedra en su formación.
- El río Santiago nace tras la unión de los ríos Namangoza y río Zamora, en la provincia de Morona Santiago, en la parte norte de la cordillera del Cóndor, casi en la frontera entre Perú y Ecuador. El Namangoza es un río ecuatoriano que nace a su vez de la confluencia de los ríos Paute y Negro. En territorio ecuatoriano el río Santiago discurre apenas 55 km, hasta llegar a la frontera

con el Perú, donde el río se vuelve en dirección sur.

- El río Morona tiene un curso paralelo al del río Pastaza e inmediatamente al oeste del mismo, y es el último río de importancia en la parte norte de la Amazonía antes de llegar al pongo de Manseriche. Se forma a partir de una multitud de cursos de agua que bajan las laderas de los Andes ecuatorianos, al sur del gigantesco volcán de Sangay, pero pronto llega a la llanura, que comienza cuando recibe al ramal Cusulima, es navegable por pequeñas embarcaciones hasta unos 480 km, por encima de su boca, pero es muy tortuoso. Las canoas pueden ascender por muchas de sus ramas, especialmente el Cusuhma y el Miazal, este último casi hasta la base de Sangay, ha sido escenario de muchas rudas exploraciones, con la esperanza de encontrar una ruta comercial de servicio entre la inter-meseta andina del Ecuador y el río Amazonas.
- Los ríos más cercanos al centro experimental piscícola de la plaza Twintza son el Río Upano y el Timbiana, este último es aquel que recibe las descargas líquidas del centro experimental piscícola, y varios metros al sur este se une con Río Upano.

## **8. Componente biótico**

El centro experimental piscícola, de la plaza Twintza se encuentra localizado en la Provincia de Morona Santiago, Cantón Morona. Una zona de vida bosque Húmedo y la formación vegetal bosque siempre verde, diversidad flora y fauna.

### **a. Flora y fauna**

La zona de ubicación de la del centro experimental piscícola está rodeada de vegetación verde pastizales y arbóreos. En la parte lateral del centro experimental hay una reserva de árboles maderables de la zona, Las familias de árboles más representativas de la región Amazónica son: Leguminosas, lauráceas, maderables, frutales, leñosas, comestibles, como se indican en el cuadro 14.

Cuadro 14. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS.

No.	Nombre común	Familia	Nombre científico	Uso
1	Laurel	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Maderable
2	Copal	BURSERACEAE	<i>Dacryodes peruviana</i>	Maderable
3	Sangre de drago	EUPHORBIACEAE	<i>Crotón lechleri</i>	Medicinal
4	Pambil	ARECACEAE	<i>Wettinia mayensis</i>	Maderable
5	Paja toquilla	CYCLANTACEAE	<i>Cardulovica palmata</i>	Artesanal
7	Balsa	TILIACEAE	<i>Heliocarpus americanus</i>	Maderable/ Artesanal
8	Guadúa	POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>	Maderable
9	Chonta	ASTERACEAE	<i>Bactris gasipaes</i>	Comestible
10	Orquídea	ORCHIDEACEAE	<i>Orchidea sp</i>	Ornamental
11	Limón	RUTACEAE	<i>Citrus limón</i>	Frutal
12	Guabilla/Potomó	MIMOSACEAE	<i>Inga pavoniana</i>	Leña, Comestible
13	Guaba	MIMOSACEAE	<i>Inga edulis</i>	Comestible
14	Guayaba	MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>	Frutal
15	Papachina	ARACEAE	<i>Colacasia esculenta</i>	Comestible
16	Plátano	SCITAMINEACEAE	<i>Musa sapientum</i>	Comestible
17	Yuca	EUPHORBIACEAE	<i>Manihot esculenta</i>	Comestible
18	Espadaña			Maleza
19	Gramma	CYNODON DACTYLON	<i>Poaceae</i>	Césped
20	Mani forrajero	ARACHIS PINTOI	<i>Fabaceae</i>	Pasto
21	Pega pega	DESMODIUM CANUM	<i>Fabaceae</i>	Pasto

La fauna representativa de la zona se describe en el (cuadro 15).

Cuadro 15. FAUNA DE LA ZONA.

No.	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
1	Comadreja	<i>Mustela Frenata</i>	Mustelidae
2	Cuchucho	<i>Nasua Nasua</i>	Procyonidae
3	Muercielago Frutero	<i>Carollia perspigillata</i>	Phillostomidae
4	Conejo Silvestre	<i>Silvilagus brasiliensis</i>	Leporidae
5	Armadillo	<i>Dasyopus novencitus</i>	Dasipididae
6	Guatusa	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Dasyproctidae
Reptiles de la zona			
1	Culebra Ciega	Colubridae	<i>Lisphis typhlus</i>
7	Lagartija	Polychrotidae	<i>Anolis trachyderma</i>
2	Culebra Equis	Viperidae	<i>Bothrops atrox</i>
4	Culebra Falsa Coral	Colubridae	<i>Oxyrhopus petola</i>
5	Culebra Chonta	Colubridae	<i>Clelia equatoriana</i>
Anfibios de la zona			
Ranas y sapos	STRABOMANTIDAE	<i>Pristimantis malkini</i>	
	LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus discodactylus</i>	
	hylidae	<i>Scinax ruber</i>	
	hylidae	<i>Hypsiboas lanciformis</i>	
	hylidae	<i>Dendropsophus sp.</i>	
	DENDROBATIDAE	<i>Hyloxalus sauli</i>	
	dendrobatidae	<i>Ameerega párvula</i>	
	BUFONIDAE	<i>Dendrophryniscus minutus</i>	

En el cuadro 16 se describen las aves e insectos de la provincia de Morona Santiago.

Cuadro 16. AVES E INSECTOS DE LA ZONA.

No.	Nombre común	Familia	Nombre científico
1	Gallinazo	Cicocniformes	Cathartidae
3	Gavilan	Falconiformes	Accipitridae
8	Pájaro Carpintero	Piciformes	Picidae
10	Golondrinas	Passseriformes	Hirundinidae
Insectos de la zona			
1	Escarabajos	Coleoptera	<i>Scarabainae, Dynastidae, Passalidae, Cerambycidae, Chrisomelinae, Coccinellidae.</i>
2	Mariposas	Lepidóptera	<i>Gelechidae, Aretiidae, Nymphalidae, Brosolidae, Morphidae.</i>
3	Saltamontes, Grillos	Orthóptera	<i>Tettigonidae, Acrididae.</i>
4	Hormigas	Himenóptera	<i>Formicidae</i>
5	Cigarra	Phasmida	<i>Cicadidae</i>
6	Abejas	Hymenóptera	<i>Apoidea</i>

## B. REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL

### 1. Ingreso Centro Experimental Piscícola de la Plaza Twintza

En la ilustración de la fotografía 2, se aprecia claramente las instalaciones del centro experimental piscícola “Plaza Twintza”, identificándose que el suelo no se encuentra en condiciones de brindar seguridad ante posibles derrames de combustible, Tránsito de vehículos, infiltración de aguas y lixiviación causada por la lluvia, ya que estas se encuentran desprovistas de un material aislante, que permita proteger al suelo de estos contaminantes, esto dificulta además que el contaminante se pueda eliminar por la alta absorción del suelo, provocando

además contaminación por ruido y partículas de polvo o excesos de lodo.



Fotografía 2. Ingreso Centro Experimental Piscícola de la Plaza Twintza.

#### **a. Acciones de mitigación**

Para el problema que ocurre por las vías de acceso inadecuadas al centro piscícola se recomienda utilizar algún tipo de recubrimiento en el suelo, que permita realizar la remoción de cualquier derrame contaminante al mismo, a más de permitir el correcto paso de vehículos que circulan en la empresa, además se recomienda utilizar rejillas de desagüe y trampas de grasa que conecten directamente a la planta de tratamiento para así evitar el contacto directo de cualquier tipo de derrame con alguna fuente de agua cercana.

## **2. Interior del Laboratorio de inducción sexual**

Al observar el laboratorio de inducción sexual de las tilapias manejadas en el centro piscícola y que se ilustra en la fotografía 3, se aprecia que no existe una señalización adecuada, dentro del laboratorio, además el personal no está capacitado, para hacer uso de la tinas de los alevines dejando objetos en la parte superior de la tinas como son cartones, fundas plásticas, el traje de neolátex para ingresar a la peceras cuando es necesario recoger alevines y cerca de las tinas están los sacos de balanceados esto atrae a la roedores, se ve que no tiene un lugar determinado para ubicar el alimento y el equipo de trabajo como una bodega específicamente.



Fotografía 3. Interior del Laboratorio de inducción sexual.

#### a. Acciones de remediación

Para resolver el problema de desorden en el interior del laboratorio de inducción sexual se requiere poner señalización adecuada que identifique claramente los lugares apropiados para colocar los objetos que no formen parte de las instalaciones o que sean de uso personal o de desecho, así como también se deberá capacitar al personal sobre el uso de los materiales, equipos, desperdicios, para que puedan ser colocados en su sitio adecuado para evitar posibles daños y contaminaciones a los alevines, se deberá buscar un lugar seco y fresco para ubicar el alimento y evitar la proliferación de roedores al laboratorio que pueden constituirse en vectores que proliferan múltiples enfermedades y esto puede causar grandes daños patológicos y económicos al centro piscícola.



### 3. Exterior del Laboratorio de inducción sexual

En la fotografía 4, se observa que en el exterior del laboratorio de inducción sexual no existe un lugar adecuado para colocar los motores de agua, también se identifica fuga de aceites y combustible, los tanques de agua mal colocados están provocando un impacto visual negativo al ambiente que circunda a las peceras, los tubos que se están utilizando para hacer la jaulas de peces no son colocados en un lugar adecuado porque dejan baldes mesas a fuera en el pasillo.



Fotografía 4. Exterior del Laboratorio de inducción sexual

#### a. Acciones de remediación

Se recomienda como acciones de mitigación para resolver los impactos negativos que se observan en el exterior del laboratorio de inducción sexual la construcción de un lugar adecuado para almacenar los motores de agua para evitar el derrame de aceites y combustibles. Elevar los tanques de reservorio de agua o llevarles a la bodega, no dejar desechos de plástico de las jaulas de tubo, recoger y ponerlos en su lugar desechos inorgánicos, es decir que se deberá tomar muy en cuenta de la clasificación de los desechos de acuerdo a su naturaleza, los cuales serán almacenados en recipientes de plástico adecuado con un color que identifique que clase de residuo está conteniendo.



#### 4. Drenaje y acumulación de las aguas residuales

En la fotografía 5, se observa que los drenajes de las aguas residuales no tienen las rejillas adecuadas, para evitar el paso de contaminantes, esto puede causar lesiones al personal que labora en centro experimental piscícola de la plaza Twintza, ya que al circular frecuentemente pueden tropesar y caer, además el drenaje debes estar libre para que los residuos sólidos u orgánicos en este caso los alevines muertos puedan circular por al el caudal del drenaje y esto no provoque malos olores.



Fotografía 5. Drenaje y acumulación de las aguas residuales.

##### a. **Acciones de remediación**

Para evitar los efectos contaminantes producidos por los drenajes se recomienda la reubicación de estos canales especialmente junto a la pared donde no circula el personal así como también se deberá colocar las rejillas para evitar las posibles lesiones de los operarios del centro piscícola, el drenaje tiene que estar libre para su caudal tenga una buena efectividad lleve todo clase de residuos y facilite la limpieza del mismo centro piscícola.

## 5. Peceras de los reproductores

En la fotografía 6, se observa que en los caminos de las peceras hay obstáculos que dificultan realizar las actividades de recolección, traslado de alevines hacia el laboratorio, cambios de reproductores hacia otra peceras entre otras, además no se puede extraer material extraño de las peceras lo que puede provocar cambios en la calidad del agua y posteriormente patologías a los peces, que provocan altos índices de mortalidad.



Fotografía 6. Peceras de los reproductores.

### a. Acciones de remediación

Para conservar la asepsia en los alrededores de las peceras de los reproductores de tilapia es necesario no dejar desechos de geomembranas en el césped por que mata a la grama y provoca el crecimiento de malezas y la proliferación de insectos al estar expuestas a la intemperie. Las tinas se deberán colocar en las bodega para dejar despajado los caminos para facilitar las actividades rutinarias que se realizan en centro piscícola, será necesario recoger los residuos sólidos y

poner el lugar de los desechos inorgánicos, recoger cuerpos extraños de la peceras todos los días para evitar contaminaciones.

## **6. Bodegas de almacenamiento**

En la ilustración de la fotografía 7, se aprecia que el estado de las bodegas de almacenamiento no son las adecuadas ya que se encuentra materiales de otra área esto puede causar contaminación principalmente del alimento y de otros objetos ya que no se encuentra ordenados, se aprecia materiales corrosivos, inflamables y volátiles que pueden afectar no solo la infraestructura y equipos sino además, pueden afectar a la salud e integridad física de los trabajadores y de los alevines así como de los reproductores de tilapia. .



Fotografía 7. Bodegas de almacenamiento.

### **a. Acciones de remediación**

Para mitigar los impactos ambientales negativos que se observan en la bodega de almacenamiento se recomienda poner en lugar adecuado los materiales de piscicultura y los plásticos llevar a otro lado donde no se mezcle los tanques de combustible tener en otro sitio libre para evitar cualquier combustión o explosión, utilizar repisas que permitan un mayor orden y que lleven la señalética adecuada, con sus respectivas especificaciones.



## **7. Seguridad industrial del personal que labora en centro piscícola**

Como se observa en la fotografía 8, se aprecia que, el personal que labora en centro piscícola no se encuentra adecuadamente vestido y no cuenta además, con materiales de protección personal como, guantes, gafas, mascarillas, protectores de oído, botas de seguridad, guantes y overoles impermeables, muy necesarios para realizar las actividades que se requieren dentro de un centro piscícola, esto repercute directamente en la salud del personal que labora en el centro, además genera contaminación por medio de zapatos y ropa hacia el exterior del centro experimenta piscícola.



Fotografía 8. Seguridad industrial del personal que labora en centro piscícola

### **a. Acciones de remediación**

Las acciones de remediación deberán centrarse en proveer al personal del equipo y materiales necesarios para su seguridad con el afán de evitar cualquier tipo de accidentes durante sus labores, para así impedir contratiempos en lo que tiene que ver a la salud del personal y la seguridad industrial, dentro de estos materiales podrían ser cascos, gorras, zapatos apropiados, visores, guantes entre otros ya que los productos que manipulan se basan en ácidos perjudiciales para la salud.

## 8. Uso indebido de la señalética

Como se puede apreciar en la fotografía 9, la señalética se encuentra en condiciones no satisfactorias, es decir que han dejado de cumplir con su función, inclusive algunas de ellas ya no existen, por lo tanto se afirma que no satisfacen con la información necesaria, para mantener las debidas precauciones dentro del área industrial principalmente, pudiendo llegar a causar serios problemas al personal que labora en la empresa, como lesiones e intoxicaciones provocadas por la falta de señalética, las señales deberían ser mucho más preventivas que informativas.



Fotografía 9. Uso indebido de la señalética.

### a. Acciones de remediación

Las acciones de remediación que se proponen ante la problemática efectuada sería actualizar la señalética del lugar, estas deben ser claras y estar ubicadas en el lugar donde se encuentra el área de trabajo y almacenamiento, además estas deben ser preventivas en zonas de riesgo y de peligro en lugares donde se almacenen inflamables y reactivos

## **C. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA LISTA DE CHEQUEO DE LAS OPERACIONES REALIZADAS EN EL CENTRO PISCÍCOLA DE LA PLAZA TWINTZA DEL CANTÓN MORONA SANTIAGO**

### **1. Descripción del proceso de operación**

#### **a. Alimentación larvas**

Diariamente se alimenta a las larvas de tilapia negra con balanceado que contiene vitaminas, ya que estos van hacer los futuros reproductores, el alimento se les suministra cada hora y media aproximadamente, en una cantidad de 100 gramos de concentrado, en los acuarios donde están las larvas, la persona que está de turno es el que encarga de alimentar a las larvas y las labores en el laboratorio.

#### **b. Alimentación estanques (Tinas)**

El operario de turno es también el encargo de alimentar las tinas de alevines, su alimento es de reversión sexual para lo cual se realiza las siguientes operaciones: Diluir la hormona en polvo en el alcohol vigorosamente y asperjarla sobre el alimento quedando este bien mezclado. Dejar secar y se utiliza inmediatamente a medida que este se requiera, alimentar a los alevines 8 a 10 veces al día, por lo general por cada kilogramo de alimento se obtiene un kilogramo de alevines revertidos de 0.20 gramos o 5000 alevines. Su alimentación con esta fórmula de concentrado es de 21 a 25 días para su reversión.

#### **c. Alimentación peceras**

La alimentación de las peceras donde están los reproductores es alimentada con el balanceado nutritivo, son alimentada por la mañana aproximadamente unos 7,5 kg, de balanceado esparcido por las peceras y de igual forma por la tarde otros 7,5 kg de balanceado.

#### **d. Limpieza estanques (Tinas)**

Esta labor lo realizan todos los días y que contempla la recolección de alevines muertos con una cernidora y la limpieza de la tina saltando un día donde esta los alevines, se lo realiza evacuando el agua hasta la mitad, se limpia con escobas y trapos refregando toda la tina sin poner nada de detergente solo refregando y agua, una vez limpio se deja salir todo el agua, ahí para luego cuando se recolecta alevines llenar la tina.

#### **e. Limpieza de laboratorio**

El laboratorio siempre debe pasar limpio, esto se realiza con agua, escobas baldear todo el piso del laboratorio cuando está húmedo, para realizarlo tiene que estar despejado el piso sin obstáculo para realizar una buena limpieza. Después de cada actividad que se realiza dentro del laboratorio se debe limpiar, recolección de alevines despacho de alevines etc.

#### **f. Despacho de alevines**

Cuando se realiza despacho de alevines se prepara una mesa, tinas medianas, fundas con agua, se pasa la red en la tinas de los alevines se recogen en un lado se ubica que la red este en contacto con el agua y los alevines se amonten y poder recogerlos con la cernideras para ponerles en las fundas para su despacho el conteo es manual luego se les pone oxígeno para posteriormente sean empacados y despachados.

#### **g. Calentamiento de las peceras**

Esto se realiza cuando el clima esta lluvioso y la temperatura baja, la tilapia es de clima cálido, cuando sucede esto se pone un calentador de agua en la tinas, para mantener la temperatura ya si los alevines no sufran estrés o shock térmico para su buen desarrollo.

#### **h. Extracción de ovas**

Esta actividad se realiza cuando se va a seleccionar reproductores, se extrae las ovas de la hembra en una lavacara, haciendo presión en el vientre, con mucho cuidado las ovas salen del vientre, son llevados a la incubadora para su eclosión. Ahí son monitoreadas todo el tiempo, retiran huevos muertos para no contaminar a los demás.

#### **2. Resultado de las listas de chequeo aplicadas en la el Centro Experimental Piscícola**

La aplicación de listas de chequeo (checklist), en la gestión del ambiente conlleva a la evaluación de actividades que aporten a la minimización de los impactos previamente establecidas donde se valora el cumplimiento o incumplimiento de medidas de mitigación, a corto o largo plazo. Las actividades o medidas de mitigación se encuentran agrupadas en criterios generales, y que contemplan los diferentes procesos tanto de diarios como semanales o mensuales o trimestrales que se desarrollan en el centro piscícola ubicado en la plaza Tiwinsa del cantón Morona de la provincia de Morona Santiago, los cuales se detallan en el (cuadro 17).



Cuadro 17. CRITERIOS GENERALES EVALUADOS DENTRO DE LAS LISTAS DE CHEQUEO.

CRITERIO GENERAL	ESPECIFICACIÓN
Uso del agua	Referente a la forma en cómo el personal dentro de sus actividades de rutina implementa medidas para minimizar el consumo de agua, la generación de vertidos residuales y la protección de los recursos hídricos
Materias primas, materiales auxiliares y manejo de residuos	Referente a la gestión que el personal aplica en el manejo, recolección, transporte y almacenamiento de materiales para la minimización de la generación de residuos sólidos
Residuos y emisiones	Referente a la manera en como el personal integra dentro de sus actividades de rutina medidas de minimización de residuos y emisiones de orden gaseoso, además como realiza la gestión de los residuos y emanaciones para que no afecte al medio
Energía	Referente a la minimización del consumo energético con el adecuado aprovechamiento de la energía dentro de sus actividades productivas y personales.
Seguridad, salud y mantenimiento de instalaciones	Referente al componente de salud ocupacional y el mantenimiento de las instalaciones en búsqueda de mayor eficiencia y minimización de impactos visuales.

### **3. Resultado de las listas de chequeo del criterio referente al uso del agua**

De acuerdo a las observaciones realizadas se pudo determinar que en las operaciones realizadas en el interior del centro piscícola del GAD provincial de Morona Santiago, el consumo de agua y generación de vertidos residuales líquidos representa el principal factor de impacto hacia el medio. Dentro de la evaluación de las listas de chequeo referente al criterio uso de agua se identificó el cumplimiento de medidas específicas que aseguran la mitigación de los impactos, se evidenció que en la gestión del agua solo se cumplen 42% de las medidas propuestas, como se muestra en el cuadro 18.

Es decir que dentro de las operaciones productivas ejecutadas por el personal y decisiones administrativas ejecutadas por los directivos solo el 42% consideran el cuidado del recurso agua, lo que implica que el 58% de actividades restantes son ejecutadas sin tomar medidas de protección a dicho recurso. Es por ello que es imperativo aplicar medidas correctivas dentro de las actividades del personal y administrativos para que integren dentro de su labor las medidas evaluadas para el aseguramiento de la calidad del agua y no afectar a las condiciones del medio.

Por lo expuesto en líneas anteriores se determina que es necesario cuidar el recurso agua que es muy importante para las funciones no solo del centro piscícola si no de las personas, animales y vegetales asentadas en los alrededores del centro para que se pueda cumplir con las normas del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS), en el capítulo VI anexo 1, que tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua. El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

Cuadro 18. MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL CRITERIO USO DEL AGUA.

MEDIDA	EVALUACIÓN	SI	NO
Controlar el consumo de agua en la empresa	¿Existen datos de áreas de producción o procesos que tienen un alto consumo de agua?		x
	¿Existen datos de áreas de producción o procesos que tienen altos volúmenes de aguas residuales?		x
	¿Se conoce el consumo mensual total de agua?		x
	¿Se conoce el pago mensual por el agua y aguas residuales?		x
Reducir el consumo de agua en el proceso productivo	¿Se evita el lavado y el enjuague excesivos entre las diversas fases de producción?	x	
	¿Es posible reemplazar los enjuagues hechos con agua corriente por baños en recipientes o piletas?		x
Evitar derrames y rebasamientos	¿Se comprobó la posibilidad de instalar flotadores para controlar el nivel de agua en los recipientes para evitar su desborde?	x	
Reemplazar las partes defectuosas que causan goteo	¿Se reemplazan las juntas defectuosas en las cañerías?	x	
Reutilizar y reciclar el agua	¿Se estudiaron las posibilidades de reducir o reciclar el agua en otras fases de la producción? (por ej.: reciclando el agua de las peceras).	x	
	¿Se reutiliza al menos una parte del agua de lavado?		x
Reducir el consumo de agua fuera de la producción	¿Se sellaron o desmontaron las llaves de agua que no son necesarias?	x	
	¿Existen carteles que recuerden la necesidad de ahorrar agua?		x
	¿Se capacitó al personal para que haga el lavado eficiente de recipientes utilizando poca agua o		x

	usando pistolas rociadoras?		
Ahorrar agua durante procesos de limpieza	¿Se advirtió al personal para que no dejen las mangueras y las llaves constantemente abiertas sino solamente durante el tiempo de uso?	x	
	¿Se instruyó al personal para que en la limpieza de pisos utilicen escobas y cepillos para eliminar residuos y apilándolos para luego recogerlos en vez de arrastrarlos usando mangueras y agua?	x	
Evitar bloqueos del sistema de agua residual	¿Se utilizan rejillas, mallas o coladeras para impedir que los residuos sólidos lleguen a la canalización o el drenaje?	x	
	¿Se limpian las rejillas, mallas o coladeras para minimizar problemas en el flujo de aguas residuales?	x	
	¿Hay instaladas trampas para grasa y aceite en el sistema de desagüe?		x
Separar aguas pluviales de las de los procesos	¿Se observa si las aguas pluviales se mantienen separadas de las utilizadas en el proceso?		x
Reducir la contaminación del agua residual fuera de la producción	¿Se colocaron recipientes para residuos en los puntos donde puedan extraerse los sólidos antes de que vayan a la canalización?	x	
	¿Colocó recipientes para residuos en los baños?		x
Tratar el agua residual	¿La empresa está conectada al drenaje público que está en servicio?		x
	¿Se realiza pretratamiento de los efluentes antes del vertido final?		x
	¿Posee un sistema de monitoreo de la calidad de las aguas residuales?		x
TOTAL		10	14
PORCENTAJE		42%	58%

#### **4. Resultado de las listas de chequeo del criterio referente al manejo de materias primas, materiales auxiliares y manejo de residuos**

En el centro Piscícola del Gobierno autónomo del Gobierno Autonomo Descentralizado (GAD), provincial de Morona Santiago que se encuentra ubicado en la plaza Tiwinza del cantón Morona, en vista que en las operaciones de alimentación de los peces y limpieza de las instalaciones se utiliza un conjunto de materiales que deben tener un manejo adecuado para que no generen residuos, o que la inevitable generación de los mismos no ocasione impactos al ser eliminados, será necesario derivar ciertas medidas de mitigación que eviten afectaciones negativas al medio ambiente. Dentro de la aplicación de las listas de chequeo se tomó como criterio a evaluar las medidas de prevención y acciones adecuadas para el manejo de la materia prima y los materiales auxiliares.

El cumplimiento de las medidas evaluadas registró que el 71% de las actividades productivas y administrativas, como se muestra en el cuadro 19, contemplan acciones preventivas y de mitigación los impactos ocasionados por el manejo, almacenamiento y gestión de los residuos, valor indicativo que las medidas más necesarias para aplicar en mejora de la gestión ambiental están representadas por las medidas de mitigación en cuanto al uso del agua. Mientras tanto que el 29% de estas actividades no cumplen con planes de prevención para evitar los efectos negativos de un mal uso de los recursos que pueden generar cambios en el medio circundante,

La distribución en planta y el manejo de materiales se relacionan directamente, ya que un breve diseño de la distribución reduce al mínimo la distancia de transporte de materia prima, como es el balanceado para las tilapias. Desde la perspectiva de la ingeniería, el manejo de materiales se define como el arte y la ciencia que se aplican al traslado, embalajes y almacenamiento de sustancias en cualquiera de sus formas, tales como: líquidos, sólidos a granel, piezas, paquetes, unidades de carga, contenedores, vehículos, etc.

Cuadro 19. MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL MANEJO DE LA MATERIA PRIMA, MATERIALES AUXILIARES Y RESIDUOS.

MEDIDA	EVALUACIÓN	SI	NO
Controlar y optimizar el consumo de materias primas	¿Se documenta por escrito el tipo, la cantidad, la calidad y el costo de las materias primas que se utilizan en la producción?		x
	¿Se evita la adquisición excesiva de materias primas?	x	
	¿Las cantidades existentes de materias primas e insumos y su almacenamiento corresponden a las necesidades reales de producción?	x	
Evitar la pérdida innecesaria de materias primas durante la producción	¿Se almacena en el lugar de producción solamente la cantidad de materia prima e insumos necesaria para un día o una carga?	x	
	¿Se guardan en el lugar de producción todas las materias primas envueltas (por ej.: en papel) sobre tarimas de madera o de plástico para protegerlas del agua o la humedad del piso?	x	
Reemplazar sustancias peligrosas o que tengan impacto sobre el ambiente utilizadas en el proceso productivo	¿Se trata de elegir productos de limpieza y agentes biodegradables? (es decir, que no contengan fosfatos, cloro y/u óxido de cloro).	x	
	¿Se analizó la posibilidad de reemplazar el uso de materiales por otros de características más amigables con el ambiente?	x	
Controlar la materia prima al recibirla del proveedor	¿Se controla si el embalaje de los materiales está dañado a la entrega, para así garantizar que el contenido esté seguro y sin deterioros?	x	
	¿Se registran los productos rechazados en el momento de entrega para renegociar contratos o cambios de proveedor?	x	

	¿Se verifica que el material recibido corresponda a lo adquirido?	x	
Evitar pérdidas de materias primas durante el almacenamiento	¿El personal está instruido para utilizar el material que se almacena de acuerdo al principio primero entra, primero sale?	x	
	¿Se verifican aquellos materiales que poseen fechas de vencimiento para ser utilizados antes de que se alcance?	x	
	¿Se asegura que las materias primas estén señalizadas para evitar errores por parte del personal?		x
Manejar de modo seguro el transporte del material	¿Está asegurado que los recipientes pequeños de trasvase de productos químicos estén señalizados claramente?	x	
Evitar pérdidas de los productos terminados	¿Están almacenados en zonas diferentes las materias primas y los productos elaborados?	x	
Tener un depósito seguro para sustancias peligrosas	¿El piso del depósito de sustancias peligrosas está liso y en buen estado para garantizar un manejo fácil de los recipientes con sustancias químicas y evitar derrames?		x
	¿Se colocan apartadas las sustancias inflamables?	x	
Evitar pérdidas por goteo o derrame	¿Se cierran firmemente las tapas o los grifos de los contenedores después de extraer material para evitar pérdidas?	x	
	¿Existen contenedores secundarios o barreras de contención?		x
Disponer adecuadamente el embalaje de las sustancias peligrosas	¿Se estudió la posibilidad de devolver los recipientes químicos a los proveedores para su relleno o re-uso?		x
	¿Se toma en cuenta que de realizar el lavado de recipientes de productos químicos se genera efluente contaminado?		x
TOTAL		15	6
PORCENTAJE		71%	29%

## **5. Resultado de las listas de chequeo del criterio referente al manejo de residuos y efluentes**

La incorrecta eliminación de los residuos y los efluentes generados representa las principales causas de los impactos infringidos sobre el medio, en vista a que por su composición y volumen alteran todas las condiciones naturales del ambiente, por la adición de componentes que no son naturales en el medio y por el incremento o decrecimiento en la concentración de componentes que si son naturales. Dentro de la evaluación de la integración de medidas de mitigación en las actividades realizadas por el personal y administrativos se determinó que solo el 25% de la ejecución de dichas actividades están orientadas a la minimización de los impactos que generan las descargas residuales, por ende, al realizar las actividades productivas y administrativas el 75% de la ejecución de las mismas no contemplan medidas de mitigación para evitar que los residuos y efluentes afecten las condiciones naturales del entorno, como se muestra en el cuadro 20, considerándose que dentro de las actividades se debe tomar vital atención a implementar medidas de protección ambiental en las actividades administrativas y productivas que integren en su ejecución el uso del agua y la gestión de residuos y efluentes residuales.

Según <http://www.jci.uniautonoma.edu.com>.(2015), las técnicas habituales de comercialización de alevines y cría de reproductores de tilapia pueden generar impactos negativos sobre el medio ambiente, en especial hay que considerar los asociados a las descargas de sus efluentes caracterizados por ser ricos en materia orgánica, nutrientes y sólidos en suspensión que pueden alterar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua, y por lo tanto las poblaciones de organismos acuáticos. Ante lo mencionado en otros países se han estudiado y desarrollado diferentes alternativas de tratamiento como son los sistemas de filtración, sedimentación, humedales, digestión anaerobia, entre otras. Se considera importante caracterizar el sedimento de estanques piscícolas y determinar algunos parámetros físicos químicos, con el fin de definir un manejo sostenible que incluya su adecuada disposición, uso y manejo de los sedimentos que produce la actividad piscícola.



Cuadro 20. MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y VERTIDOS.

MEDIDA		EVALUACIÓN	SI	NO
Controlar la generación de residuos	la de	¿Se identifican las fuentes principales y los lugares de acumulación residuos en todo el proceso de producción?		x
Establecer un sistema de gestión de residuos	un	Los residuos mezclados son probablemente más difíciles de tratar: ¿Se evita mezclar los diferentes flujos de residuos?		x
Colocar contenedores apropiados para la recolección de residuos	para la de	¿Están todos los recipientes para residuos uniformemente señalados de acuerdo al tipo de uso? (utilizando indicaciones de color, señalamientos uniformes y símbolos).		x
Minimizar el material de embalaje		¿Se estudiaron posibilidades de reducir el embalaje de sus propios productos?		x
		¿Se estudiaron posibilidades de reducción de los embalajes de materias primas e insumos consultando a los proveedores?		x
Reducción de productos fuera de especificación o rechazados por el cliente	de	¿Se conoce la cantidad de productos fuera de especificación o rechazados?		x
	o	¿Se intentó reducirlos para, de esta manera, aumentar también la satisfacción de los clientes?		x
Disminuir la generación de residuos en el proceso productivo y en las áreas de servicios	la de	¿Se tomó en cuenta la posibilidad de comprar productos concentrados en lugar de los productos preparados para evitar el exceso de embalajes?	x	
Reutilizar y/o reciclar residuos		¿Se examinó si los residuos o los subproductos en las distintas fases del proceso de	x	

	producción pueden ser reutilizados?		
	¿Se venden determinados residuos a empresas de reciclaje? (por ej.: papel, cartón, plástico, aluminio, vidrio, textiles, acero, etc.).		x
Disposición de residuos sin causar riesgo	¿Están habilitados, de acuerdo a las normas vigentes, los basureros/vertederos en que se depositan los residuos?	x	
	¿Se verifica que los residuos incompatibles se mantengan separados durante el almacenamiento?		x
<b>TOTAL</b>		3	9
<b>PORCENTAJE</b>		25%	75%

## 6. Resultado de las listas de chequeo del criterio referente a la gestión energética

En vista de que la generación energética contempla en mayor parte la quema de combustibles indirectamente el consumo energético conlleva a impactos por emisiones de gases de escape y mal manejo de combustibles, es decir que cuando el personal ejecuta sus actividades sin considerar medidas que minimicen el consumo energético están ocasionando indirectamente que en la fuente de la energía se produzcan impactos por generación innecesaria de energía. Es por ello que dentro de la aplicación de listas de chequeo para valorar la gestión ambiental que se lleva a cabo dentro del centro piscícola del GAD provincial de Morona Santiago se incluyó como criterio a considerar las medidas de protección al consumo energético, obteniéndose como resultado que el personal en el 66% de la ejecución de sus actividades contemplan medidas de minimización del consumo y pérdida energética, mientras tanto que el 34% restante no cumple con medidas que puedan mitigar los efectos negativos que se derivan de las actividades industriales dentro de la piscícola y que tiene como consecuencia cambios negativos en la biota que tanto interna como externa del centro como se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL CONSUMO ENERGÉTICO

MEDIDA	EVALUACIÓN	SI	NO
Controlar el consumo de energía	¿Se conoce el costo mensual de cada una de las fuentes energéticas?	x	
	¿Se conoce cuánta energía se consume en total?	x	
Reducir el consumo y de los costos de energía	¿Se ha considerado trasladar procesos de producción con alto consumo de energía desde horas de tarifa pico a horas para las cuales se aplican tarifas reducidas?		x
	¿Se evita que las máquinas estén encendidas cuando no están en uso para la producción?	x	
Evitar pérdidas de energía	¿Están las tuberías de agua caliente adecuadamente aisladas para evitar pérdidas de energía?	x	
Utilizar el calor residual	¿Se verificaron las posibilidades de reutilizar el calor residual? (por ej.: para calentar agua o precalentar materias primas o semi-procesadas).	x	
Iluminar eficientemente y con bajo consumo	¿Se mantienen las ventanas limpias para utilizar al máximo la luz del día?		x
	¿Se consideró la posibilidad de colocar sensores para activar y desactivar la iluminación en sectores de poco tránsito?		x
Producir eficientemente agua caliente y electricidad	¿Existen medidas para optimizar la combustión en el calentador de agua?	x	
Lograr eficiencia energética con nuevo equipamiento	¿Se toma en cuenta el consumo de energía cuando compra un nuevo equipo?	x	
Se efectúa el control de la potencia reactiva	¿Se tiene cargos por corriente reactiva?	x	
	¿Hay instalación de compensación de factor de potencia?		x
TOTAL		8	4
PORCENTAJE		66%	34%

## **7. Resultado de las listas de chequeo del criterio referente a la seguridad, salud y mantenimiento de instalaciones**

Debido a que los componentes del medio de trabajo se ven alterados por la gestión ambiental, al generar impactos también se está afectando a las condiciones seguridad y salud ocupacional, en vista a que al no poseer una adecuada gestión de los residuos y vertidos los mismos generan contaminación sobre el entorno laboral que pueden ocasionar afecciones a la salud y accidentes que comprometan la integridad del personal y de las instalaciones. Para minimizar la probabilidad que se generen accidentes y enfermedades laborales se deben integrar en las actividades medidas que prevengan y protejan al personal de los riesgos implícitos en el trabajo, que se derivan de condiciones no idóneas por la incorrecta gestión ambiental.

Al evaluar dentro de la aplicación de las listas de chequeo criterios referentes a la seguridad, salud y mantenimiento de instalaciones se obtuvo que el 92% de la ejecución de las actividades productivas y administrativas contemplan medidas que minimizan y protegen al personal de accidentes y enfermedades laborales, como se ilustra en el (cuadro 22).

### **D. EVALUACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL CENTRO PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO**

#### **1. Matriz de identificación de los impactos**

Para realizar la evaluación ambiental del centro piscícola del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), provincial de Morona Santiago, en primer lugar se identificó los impactos, es decir, se estableció las actividades que componen el proceso que generan contaminación, relacionándolos con el componente ambiental que afectan. Para poder identificar los impactos se utilizó matrices de interacción, que relacionen las actividades desarrolladas en la piscícola con los

Cuadro 22. MEDIDAS EVALUADAS DENTRO DE LAS LISTAS DEL CHEQUEO REFERENTES AL SEGURIDAD, SALUD Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES.

MEDIDA	EVALUACIÓN	SI	NO
Reducir los riesgos de accidentes	¿Están reparadas las irregularidades en el piso para evitar accidentes al caminar o al transportar material?	x	
	¿Están demarcadas las áreas de circulación y de trabajo?		x
Disminuir los riesgos en la operación de máquinas y equipos	¿Los operarios están instruidos para que desconecten las máquinas y las herramientas antes de cada limpieza?	x	
Garantizar un lugar de trabajo seguro	¿Tiene el piso pendiente para que el agua y el agua residual fluyan automáticamente hacia los canales correspondientes?	x	
Brindar información sobre sustancias peligrosas	¿El personal está informado sobre las materias primas que pueden presentar un riesgo para el ambiente o para la salud?	x	
Proveer herramientas adecuadas, ropa y elementos de seguridad al personal	¿Se instruyó al personal para utilizar ropa y elementos de seguridad (cuándo y dónde deben ser utilizados), y cómo deben ser conservados?	x	
Reducir los riesgos para la salud	¿Está establecido el uso de zapatos de seguridad o botas adecuadas en todas las áreas de la producción?	x	
Reducir el nivel de ruidos	¿Están cubiertas todas las cajas de mando y engrasadas todas las partes de las máquinas que producen ruidos para reducir el nivel de ruidos molestos?	x	

Minimizar el peligro de incendios	¿Se retiran regularmente de las áreas de producción trapos de limpieza aceitosos y residuos inflamables?	x	
Disponer de medidas preventivas para el caso de incendio	¿Existen suficientes extinguidores en las áreas de producción y en lugares claramente señalizados?	x	
Prever medidas para casos de accidentes	¿Hay uno o dos empleados especialmente capacitados para prestar primeros auxilios?	x	
Controlar eficientemente las emisiones	¿Se han retirado paredes y/o agrandado aberturas en las paredes para así mejorar la circulación natural del aire?	x	
Evitar los olores molestos	¿Se puede reducir la formación de malos olores que provienen de un almacenamiento inadecuado de residuos orgánicos evacuando más frecuentemente esta basura?	x	
Total		12	1
Porcentaje		92%	8%

componentes del entorno natural y social, sean biótico o abióticos, para conocer la relación y donde se refleje la influencia (existente o no), de la actividad piscícola con el componente ambiental.

La relación que existe entre la actividad-componente ambiental (interacción), refleja la existencia o no impactos sean estos de carácter positivo o negativo, para ello se evidenció las actividades que se producen en la piscícola dentro de jornadas de rutina, y minuciosamente se identificó si dicha actividad bajo cualquier vía estaba afectando a las condiciones del ambiente, para ello en primer lugar el proceso realizado se dividió en actividades, las cuales son independientes y son valoradas de manera individual, posteriormente se estableció los principales componentes que integran al medio, considerando principalmente los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos vulnerables a impactos y posteriormente se construyó la matriz de interacción entre las actividades realizadas y los componentes del medio, como se muestra en el cuadro 23.

Cada casillero del que estuvo compuesta la matriz modificada de Leopold, contuvo los datos referentes a la interacción entre la actividad (tabulada en las columnas), en cada una de las actividades del centro piscícola que se dedica principalmente a la producción de alevines, mantenimiento de reproductores, reversión sexual de los alevines, y los componentes ambientales susceptibles (tabulados en las filas), posteriormente se evaluó cada una de las 64 interacciones con el fin de establecer cuales representan impactos, condición denotada por el símbolo X.

En la matriz de identificación de los impactos se establecieron 64 interacciones actividades-componente ambiental, no obstante solo en 20 se registraron impactos producidos al medio, es decir, que del total de interacciones solo en el 37,5%, se presentaron impactos, valor que no representa consideración en base a la escala reportada en el cuadro 24, lo que es indicativo que las actividades realizadas en la piscícola no generan un gran número de impactos, ya que su calificación corresponde a un impacto nulo.

Cuadro 23. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO

COMPONENTES AMBIENTALES EVALUADOS		ACTIVIDADES DE RUTINA							Sub total de impactos identificados	
		Alimentación larvas	Alimentación peceras	Limpieza estanques	Despacho de alevines	Alimentación estanques	Extracción de ovas	Limpieza de laboratorio		Calentamiento de las peceras
Abióticos	Aire								0	
	Suelo		x					x	2	
	Agua	x	x	x	x	x			x	6
Bióticos	Flora								x	1
	Fauna	x	x	x	x		x		x	6
Socioeconómicos	Empleo				x					1
	Culturales									0
	Paisaje		x	x				x	x	4
TOTAL DE IMPACTOS IDENTIFICADOS									20	



Cuadro 24. CATEGORIZACIÓN DEL PROCESO EN BASE A LA CANTIDAD DE INTERACCIONES ACTIVIDAD-COMPONENTE AMBIENTAL QUE REGISTRAN IMPACTO.

Porcentaje de interacciones actividad-componente ambiental que registran impactos	Categorización del proceso
0-20	Impacto nulo
20-40	De bajo impacto
40-60	De impacto medio
60-80	De impacto considerable
80-100	De alto impacto

Las respuesta que se han registrado en la matriz de evaluación de los impactos ambientales tienen su fundamento en la premisa de que en las actividades que se desarrollan en el centro piscícola no se manejan residuos tóxicos, no existe efluentes residuales peligrosos o en gran volumen, no hay la presencia o generación de ruido excesivo ni vibración, no existe la utilización de grandes volúmenes de materia prima, los vertidos residuales no se encuentran excesivamente contaminados y la mayoría son de carácter orgánico, y sobre todo no se generan productos nocivos para el ambiente ni existe derrame de aceites o grasas que son irreversibles para el medio circundante, que podría afectar, sobre todo a la flora o fauna de la región

## **2. Matriz de valoración de los impactos**

El diseño de los Planes de prevención, mitigación, corrección, compensación, emergencias y contingencia, monitoreo y seguimiento, supervisión y la estructura de gestión ambiental del proyecto, obra o actividad, implican la identificación, análisis y definición de especificaciones técnicas, planos, memorias de cálculo, costos, fuentes de financiación, recursos humanos, responsables y cronogramas de ejecución para todos y cada uno de los programas, subprogramas, proyectos, subproyectos, obras y acciones, entre otros, que se requieran para garantizar la viabilidad ambiental de un proyecto, obra o actividad y poder acceder a las licencias. Para conocer el grado de alteración que las actividades ejecutadas dentro de la piscícola infringen sobre las condiciones naturales del medio y los factores socio-económicos se valoró cada una de las interacciones donde se identificó las incidencias de impactos. Para valorar el grado de alteración que los impactos generan sobre las condiciones del entorno se calificó tres factores implícitos dentro de cada impacto, y que al englobarlos dieron una idea integral del grado de afectación.

La naturaleza de los impactos representa el signo que llevara la valoración final, es decir, en el caso que el impacto ocasione la degradación de las condiciones naturales del medio el impacto tiene una naturaleza de negativo, y se valorara de negativos a los impactos producto de las interacciones actividades-factores ambientales que produzcan que las condiciones naturales de los componentes ambientales se vean alteradas. En contraste los impactos obtuvieron una valoración de positivo fueron aquellos que la interacción actividad componente ambiental de los cuales se derivan producen una mejora en las condiciones del medio, es decir, favorecen a que el entorno en el caso que sea afectado por otra interacción retorne a sus condiciones naturales, o en el caso de ser elementos socioeconómicos ayuden al desarrollo de la población circundante a la piscícola de manera directa o indirecta. , los factores evaluados se enlistan el cuadro 25.

Cuadro 25. CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.

FACTOR	SIGNIFICADO	VALORACIÓN	CARÁCTER
Naturaleza	Identificación del signo del impacto, los impactos que mejoran las características del entorno se consideran positivo, en contraste los impacto que afecten las condiciones del entorno se consideran negativos	-1	Negativo
		1	Positivo
Importancia	Medida del grado de alteración de las condiciones del medio. Está en función de la desviación de las condiciones del medio debido al impacto con relación a las condiciones naturales del medio	1-3	Baja
		3-5	Moderado
		5-7	Alto
		7-10	Muy alto
Extensión	Medida de la superficie que el impacto logra afectar dentro del entorno.	1-3	Baja
		3-5	Moderado
		5-7	Alto
		7-10	Muy alto

De acuerdo a los resultados expuestos se considera la importancia de un plan de manejo ambiental el cual está fundamentado mediante exposición de motivos del Decreto 1753 de 1994, artículo 1°, el Plan de Manejo y gestión Ambiental el cual deberá contener los planes de prevención, mitigación, corrección, compensación, emergencia y contingencia, monitoreo y seguimiento, supervisión y la estructura de gestión ambiental del proyecto, obra o actividad. El plan debe ser concebido y diseñado teniendo en cuenta la identificación y caracterización de las áreas

sensibles, críticas y de manejo, así como de los impactos identificados, caracterizados, dimensionados y evaluados. De acuerdo con los posibles impactos a atender, los programas se han clasificado en los componentes físico, biótico y social. Cuando un agua contaminada con una alta carga orgánica llega a un cuerpo de agua, consume el oxígeno disuelto en el cuerpo de agua y les va a quitar el oxígeno a los peces y al agua. Sabemos que los peces necesitan 4 miligramos de oxígeno por litro como mínimo para subsistir. Otro tipo de contaminante son los sólidos suspendidos. Ellos ocasionan la turbiedad o la coloración del agua y ahí se aglomeran el 100% de los organismos patógenos, se aglomera un 70% de la materia orgánica y la materia coloidal. Por eso es importante eliminar estos sólidos suspendidos.

Para la valoración de la importancia se cuantifico el grado de alteración que producen los impactos sobre las condiciones del medio. Las máximas valoraciones (10), representaron a impactos que su incidencia ocasione la alteración total de las condiciones naturales del entorno, en contraste los valores mínimos (1), representaron a los impactos que alteren las condiciones del entorno en una medida poco apreciable y de baja consideración.

Para la cuantificación del factor extensión de los impactos se consideró la superficie que el impacto logra alcanzar en el medio. Los impactos cuya superficie de alteración sean superiores al área de influencia (500 metros alrededor de la piscícola), fueron calificados con las máximas valoraciones (10), en contraste los impactos que no alcancen un área considerable al abandonar la piscícola fueron valorados con las mínimas puntuaciones (1).

Para valorar cada impacto se procedió a analizar cada uno de manera individual en función a la actividad que corresponde, para ello se evidencio in situ el grado de afectación que cada interacción actividad-factor ambiental infringe sobre el medio, obteniéndose los resultados descritos en el cuadro 26.

Cuadro 26. MATRIZ DE INTERACCIÓN ACTIVIDAD-FACTOR AMBIENTAL GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO.

FACTORES AMBIENTALES		ACTIVIDADES																							
		Alimentación larvas			Alimentación peceras			Limpieza estanques			Despacho de alevines			Alimentación estanques			Extracción de ovas			Limpieza de laboratorio			Calentamiento de las peceras		
		N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E	N	I	E
Abióticos	Aire																								
	Suelo				-1	1	1													-1	2	1			
	Agua	-1	1	1	-1	2	1	-1	2	2	-1	1	1	-1	1	1							-1	1	1
Bióticos	Flora																								
	Fauna	1	1	1	1	2	1	-1	2	2				1	1	1	-1	2	1				1	1	1
Socioeconómicos	Empleo										1	3	1												
	Culturales																								
	Paisaje				-1	1	1	-1	5	2										-1	2	1	-1	1	1
NATURALEZA (N)		IMPORTANCIA (I)			EXTENSION (E)																				
1		1-3	baja		1-3	baja																			
		3-5	moderado		3-5	moderado																			
-1		5-7	alto		5-7	alto																			
		7-10	muy alto		7-10	muy alto																			

Para obtener un valor integral que englobe todos los factores de los impactos se procedió a obtener una valoración parcial de los cada impacto, para ello se multiplico el valor de la naturaleza, importancia y extensión en cada una de las interacciones actividad-condición del medio que registran impacto para obtener la valoración parcial, como se muestra en el (cuadro 27).

Posteriormente se procedió a calcular el promedio de las valoraciones parciales de los impactos por componente del medio, y finalmente se procedió a extraer el promedio de las valoraciones parciales para obtener un valor global que integre todas las calificaciones del grado de afectación de los impactos identificados. El valor global de los impactos resulto igual a -1, lo que implica que el grado de afectación que ocasionan las actividades de producción de alevines, actividades de administración y auxiliares aplicadas dentro de la piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago es mínima sobre las condiciones del entorno, asegurando que la presencia y desarrollo productivo de la piscícola no afecta a las condiciones del entorno y que todos los impactos ocasionados por su baja importancia no afectan permanente e irremediamente al ambiente, es así que el medio logra auto depurar las cargas contaminantes y alteraciones a los componentes bióticos y abióticos que la piscícola genera.

Finalmente es conveniente acotar que a lo largo de esta década, se ha estimulado a las industrias para que aplicaran una tecnología más limpia para la elaboración de sus productos. Además, una serie de impuestos y subsidios han acelerado la introducción de una tecnología más limpia. El precio del agua y de la energía ha aumentado, además de que resulta ahora más costoso deshacerse de la basura y de las aguas residuales. También se les exigen a las empresas que sustituyan los productos químicos nocivos por otros menos peligrosos. En los llamados análisis de ciclo de vida, las empresas analizan toda la producción, desde la materia prima hasta el producto acabado. También analizan la producción de aguas residuales y otros tipos de desechos.

Cuadro 27. MATRIZ DE CALIFICACIÓN FINAL DE LA INTERACCIÓN ACTIVIDAD-FACTOR AMBIENTAL GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO.

FACTORES AMBIENTALES		ACTIVIDADES								PROMEDIO PARCIAL
		Alimentación larvas	Alimentación peceras	Limpieza estanques	Despacho de alevines	Alimentación estanques	Extracción de ova	Limpieza de laboratorio	Calentamiento de las peceras	
Abióticos	Aire									
	Suelo		-1					-2		-2
	Agua	-1	-2	-4	-1	-1			-1	-2
Bióticos	Flora			-1						-1
	Fauna	1	2	-4		1	-2		1	0
Socioeconómicos	Empleo				3					3
	Culturales									
	Paisaje		-1	-10				-2	-1	-4
PROMEDIO GLOBAL										-1

## **E. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS APLICADOS A LAS MUESTRAS DE AGUA DE AFLUENTES Y EFLUENTES DE LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO**

### **1. Demanda bioquímica de oxígeno, (DBO<sub>5</sub>)**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), determina si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido. El período de incubación estándar es de 5 días a 20° C, pero se pueden usar tiempos mayores y otras temperaturas, la oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración es, en teoría, infinita. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 a 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y 70%. Se asume la temperatura de 20° C, como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves.

Al realizar el análisis de la calidad del agua de los afluentes y efluentes dentro de la piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago, se evidenció que el agua al ser aplicada en la producción de los alevines y operaciones auxiliares y administrativas ejecutadas sufre alteración en sus condiciones, específicamente en el valor de la DBO<sub>5</sub>, en vista a que las muestras de agua tomadas en los afluentes de entrada (el agua que ingresa a los procesos), presentó un valor igual a 31,32 mg/L, mientras que las muestras de agua de los efluentes de salida (aguas residuales generadas por el proceso), presentaron una demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), igual a 37,95 mg/L, de oxígeno disuelto, como se muestra en el gráfico 3, no obstante al comparar la calidad del agua de los efluentes con los valores establecidos en la normativa ambiental vigente se evidencia que no se excede dicho estándar legal aplicado al presente parámetro, en vista a la normativa exige que el agua no exceda de 100 mg/L para poder ser descargada en un cuerpo de agua dulce, valor establecido en la Tabla 12 (Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce), correspondiente al anexo 1 del libro VI del Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria.



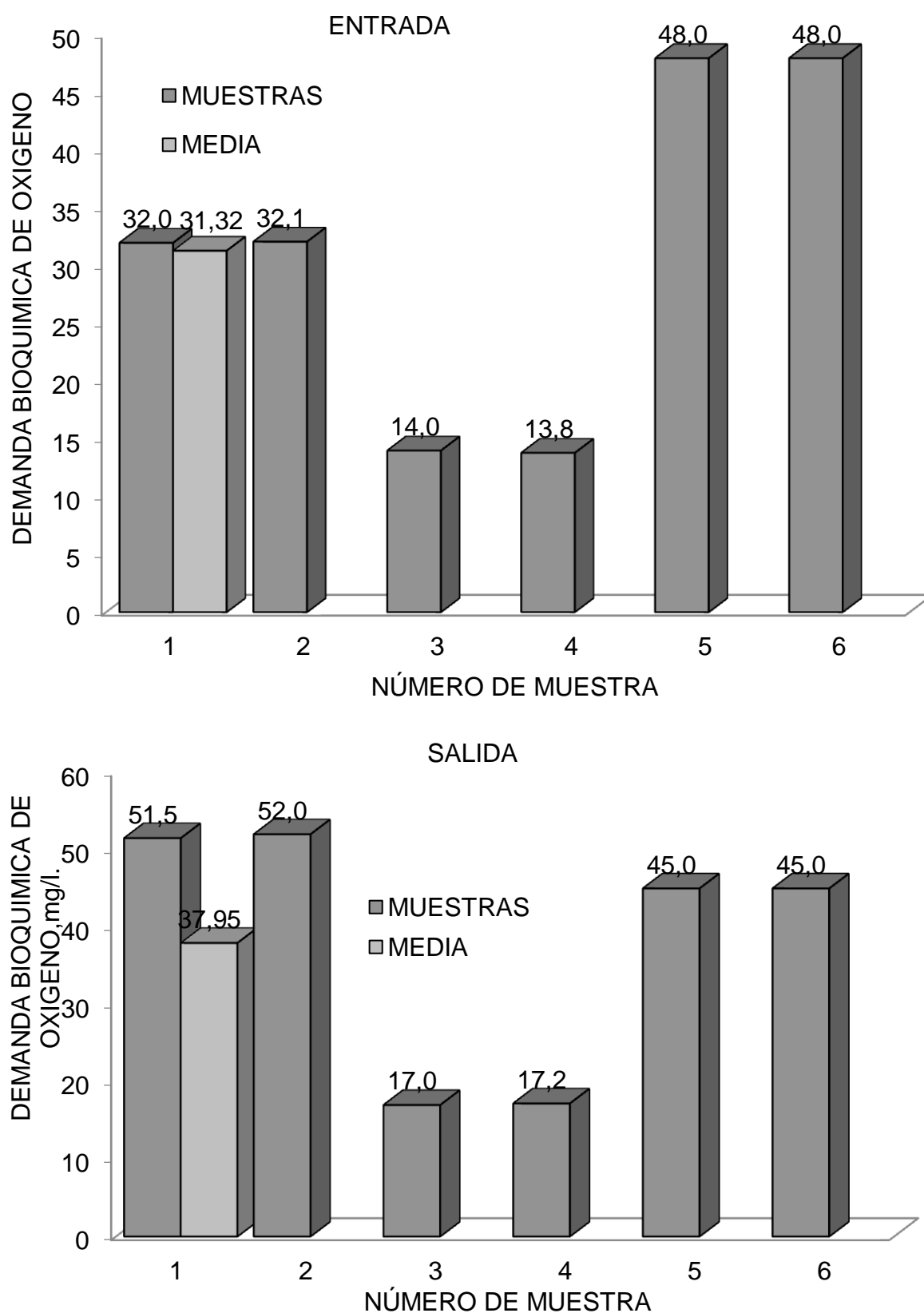


Gráfico 3. Demanda bioquímica de oxígeno (mg / l), de las muestras de agua de entrada y salida los efluentes generados a la entrada y salida, en la piscícola del GAD provincial de Morona Santiago.

La variación del valor de la demanda bioquímica de oxígeno existente entre las muestras de agua de los afluentes, se debió a que dentro del proceso se aplicó al agua insumos (principalmente en la operación de alimentación de los peces), que incrementaron la cantidad de materia orgánica presente en el agua; la misma que, se oxidó por la presencia de agentes oxidantes o procesos biológicos de los organismos presentes en el medio. No obstante, la cantidad de insumos aplicados no son considerables en contraste con los grandes volúmenes de agua utilizados, lo que generó una gran disolución de los componentes del agua y no se registró alteraciones de consideración en las características del agua.

## **2. Demanda química de oxígeno, (DQO)**

La demanda química de oxígeno, (DQO), representa la cantidad total de materia orgánica presente en el agua, es decir, sea o no biodegradable, resulta de la medición de oxígeno necesario para oxidar por vías estrictamente químicas la materia orgánica presente en el agua por la acción de un oxidante fuerte.

Como se muestra en el cuadro 28, la demanda química de oxígeno que presenta el agua utilizada en la piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago se ve afectada por los procesos aplicados en la misma, es decir que debido a la aplicación del agua en la piscícola, la misma al ser descargada como efluente residual presenta una mayor demanda química de oxígeno, lo que es indicativo que dentro de la piscícola el agua es cargada con materia orgánica, la cual incrementa la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar dicha materia orgánica, lo que se traduce en un incremento del valor del presente parámetro de calidad del agua.

No obstante el incremento de la demanda química de oxígeno no representa la existencia de alteraciones a las condiciones naturales del medio por la descarga de los efluentes residuales, en vista a las muestras de agua no superan los valores establecidos en las normativas ambientales vigentes, en vista a que la



media de las muestras de los efluentes es igual a 69,85 mg/L, en tanto que los resultados de la DQO, a la salida fue de 53,03 mg/l, mientras que la exigencia ambiental impone que el agua residual que está siendo descargada a cuerpos de agua dulce (como es el caso de la piscícola), no deba superar una demanda química de oxígeno en 250 mg/L, como se ilustra en el gráfico 4 y 5.

Al registrarse que el agua tanto de los efluentes como de los afluentes producto de los procesos que se desarrollan en el centro piscícola no supera las exigencias ambientales se asegura que, en cuanto a la demanda química de oxígeno, no se está afectando las condiciones naturales del entorno, es decir, que a pesar de descargar agua con una carga de materia orgánica (caracterizada por la demanda bioquímica y química de oxígeno), al medio, específicamente a un cuerpo de agua dulce, dicha carga no representa un factor de impacto, en vista a que la cantidad de materia orgánica y su naturaleza no son de consideración y el medio genere autodepuración en un lapso de tiempo corto por el acción del metabolismo de los organismos presentes en el mismo y por agentes oxidantes naturales existentes en el recurso hídrico, sin presentarse acumulación del contaminante.

Lo que es corroborado con las apreciación de Balmat, J. (2007), quien menciona que El Monitoreo Permanente de Calidad de Agua, tiene como meta conocer los datos recopilados del campo y ver cómo impacta al medio las diferentes actividades desarrolladas por el hombre; así en un futuro poder controlar la contaminación del agua con la única finalidad de mejorar la Calidad de Agua y de Vida en las áreas de influencia los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos e industriales, gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben. Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos y peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias.

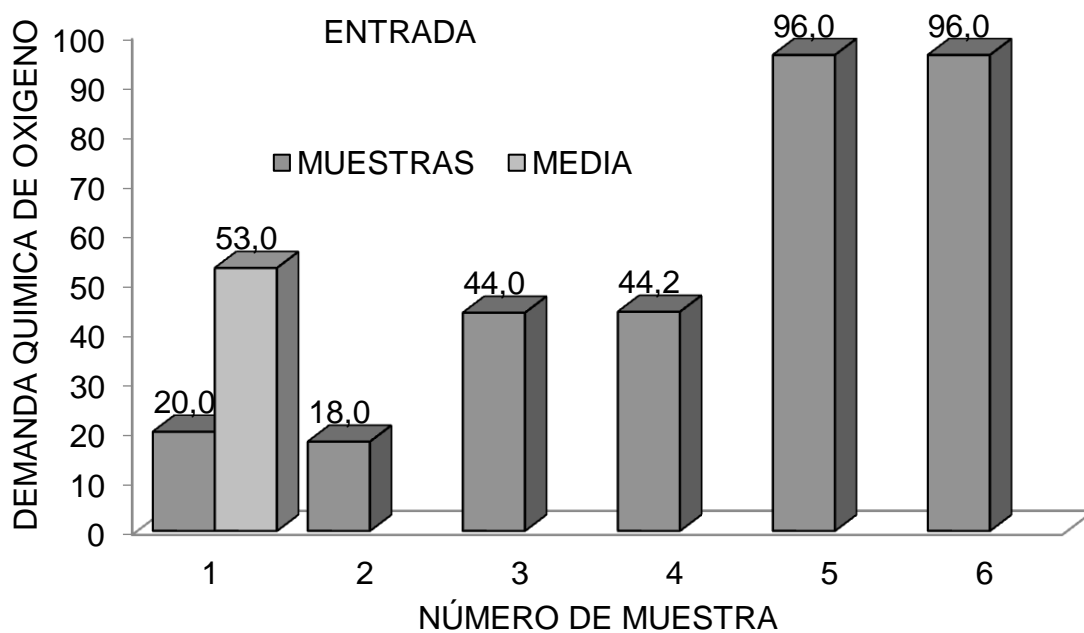


Gráfico 4. Demanda química de oxígeno (mg/L), de las muestras de agua de entrada de los afluentes utilizados en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago

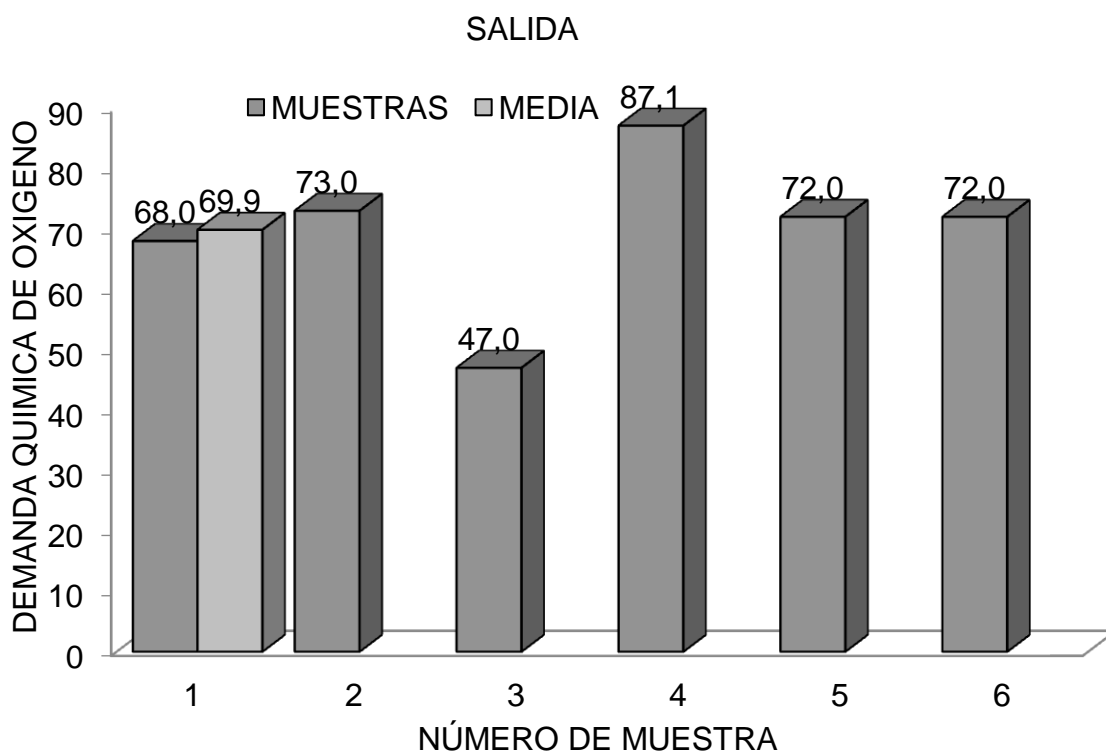


Gráfico 5. Demanda química de oxígeno (mg/L), de las muestras de agua de salida los efluentes generados a la entrada y salida, en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.

### **3. Contenido de Sólidos totales**

El contenido de sólidos totales presentes en las muestras de agua constituye todos los componentes de la muestra con excepción del agua, es decir representa en peso el contenido de los componentes de la muestra que no son agua. Para la determinación de los sólidos totales se seca las muestras por la acción de calor para obtener todos los restantes componentes.

En base a los resultados de los análisis aplicados a las muestras de aguas tomadas en los afluentes y efluentes aplicados en el centro piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago, se evidencia que producto de la utilización del agua en los proceso piscícolas la misma incrementa el contenido de sólidos totales, en vista a que los afluentes presentan una menor cantidad de sólidos y que corresponde a 181,49 mg/l ,que los registrados en las muestras de agua de los efluentes cuyos resultados fueron de 225,27 mg/l, es decir, dentro de las acciones de crianza de los peces y producción de alevines el agua es contaminada con una carga contaminante que incrementa el contenido de sólidos totales presentes en el agua. No obstante y conociendo previamente que el agua residual es descargada en un cuerpo de agua dulce se evidencia que no se incumple con las exigencias ambientales establecidas en las normativas TULAS referentes a la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua dulce, en vista a que los estándares exigidos en cuanto al contenido de sólidos no están exigidos por los valores obtenidos de las muestras de agua residual ya que la normativa exige que no se supere 1600 mg/L, como se muestra en el (gráfico 6).

El contenido de sólidos totales guarda una estrecha relación proporcional con el valor de la demanda bioquímica y química de oxígeno, es decir, que si se reporta un incremento en la cantidad de sólidos totales, se registrara un incremento proporcional en los valores de la demanda tanto bioquímica como química de oxígeno, en vista a que dentro de las etapas de crianza de peces y producción de alevines el agua es cargada con materia orgánica, que incrementa el contenido de de sólidos por la adición de materia orgánica y la cantidad de oxígeno requerido.

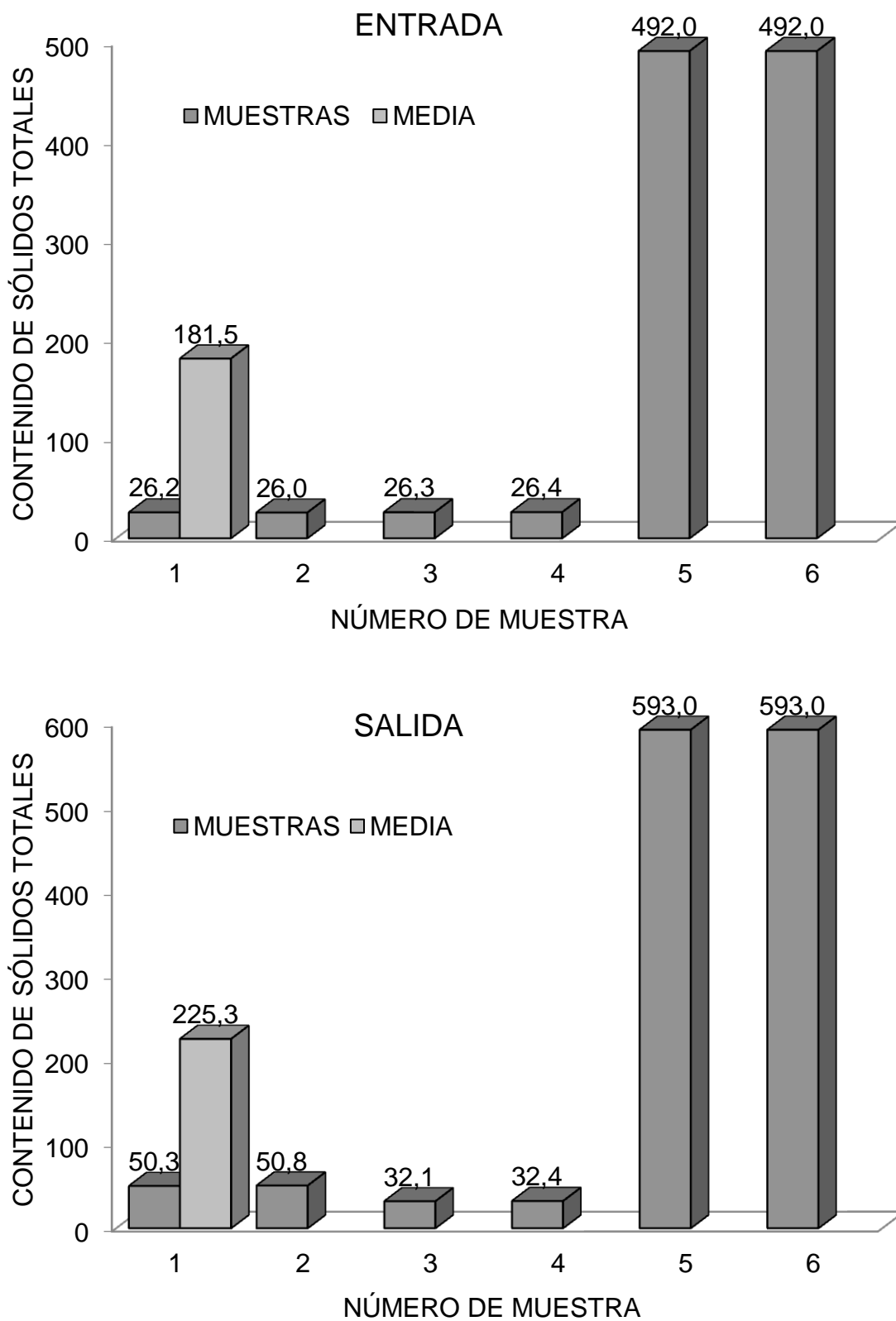


Gráfico 6. Contenido de sólidos totales de las muestras de agua de los efluentes generados a la entrada y salida, en la piscícola del GAD provincial de Morona Santiago.

para oxidar bioquímica y químicamente dicha materia orgánica, no obstante el incremento en problema ambiental, en vista a que no se excede las normativas que velan por la protección de los recursos hídricos, ya que la carga de materia orgánica aplicada al agua frente a la cantidad de agua aplicada no es representativa.

#### **4. Potencial hidrogeno, pH**

El pH es la medida de la acidez o basicidad que presentan las muestras de agua, cuando presentan un valor de pH superior a 7, es indicativo que el agua tiene una naturaleza de carácter básico, que se incrementa al aproximarse a valores de 14, mientras que si el agua presenta valores de pH por debajo de 7, su naturaleza es acida, que se incrementa notablemente al aproximarse a valores de 0. El pH ideal para no afectar a las condiciones de desarrollo de las especies bióticas y los factores abióticos del medio debe encontrarse entre 6 a 8, si el pH del agua no se encuentra dentro del rango óptimo se afecta ampliamente al desarrollo de la biota y de las características de los factores no bióticos del medio, afectación que se acentúa al aproximarse a valores extremos, es decir cercanos a 14 o 0. Para la medición del pH se utiliza equipos de análisis conocidos como pH-metros que miden la conductividad del agua debido a la presencia de iones  $H^+$ .

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos de la medición del pH, de las muestras de agua de los afluentes aplicados y los efluentes generados en la piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago, se evidencia que dentro de la piscícola los procesos y actividades administrativas y auxiliares afectan al valor del pH del agua, en vista a que los afluentes presentaron un pH igual a 7,09, mientras que los efluentes registraron un pH igual 6,20, como se muestra en el gráfico 7, decrecimiento que aleja a las condiciones del agua a las ideales, en vista a que el pH óptimo es igual a 7.

El decrecimiento del pH es debido a las excretas de los peces que poseen una naturaleza básica (pH menor a 7), no obstante al comparar los valores obtenidos



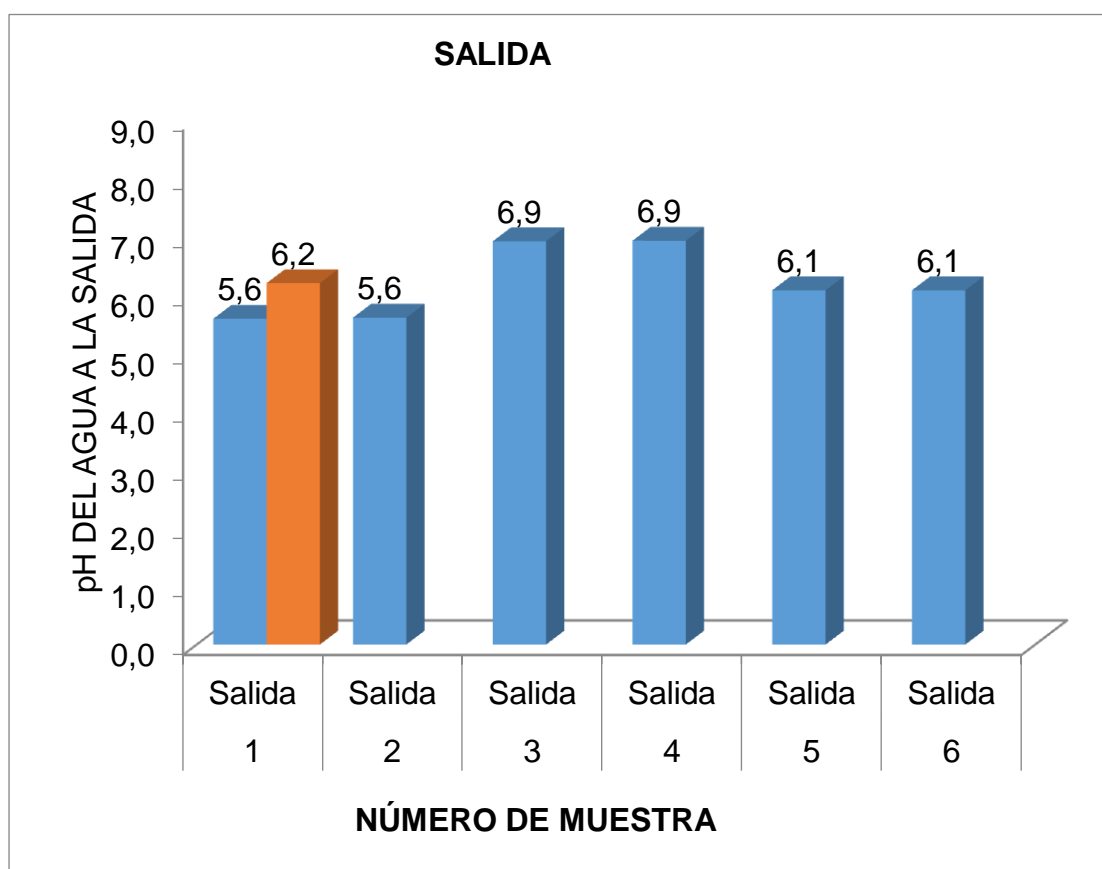
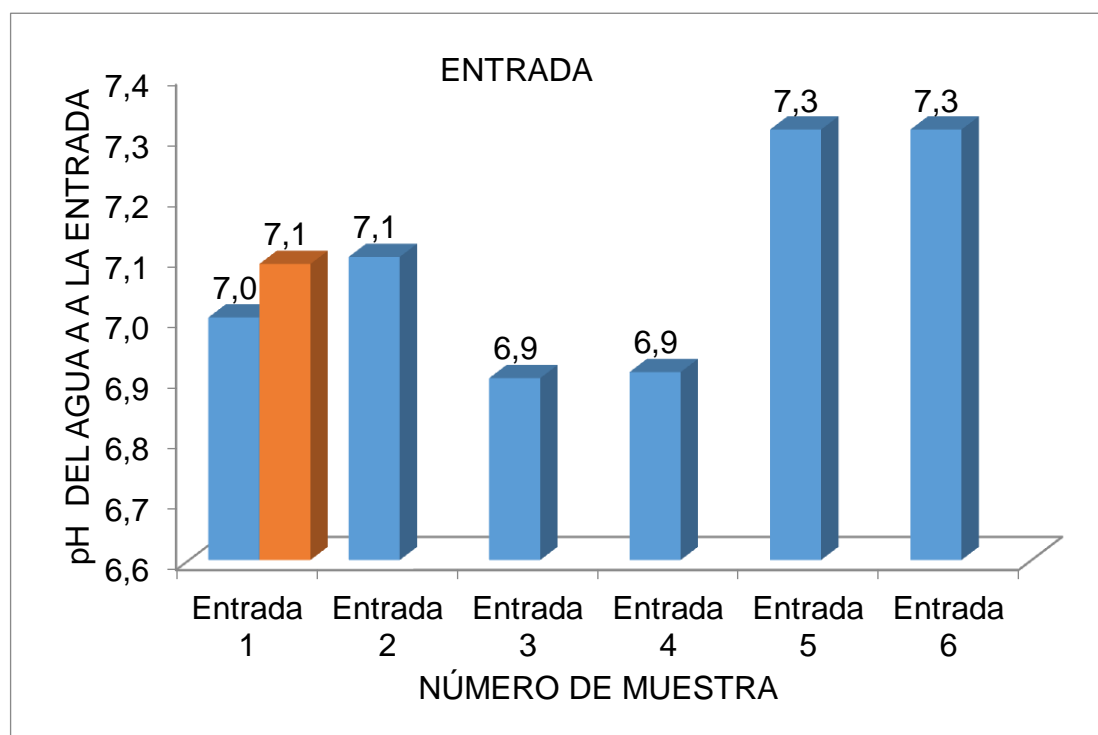


Gráfico 7. pH de las muestras de agua de los efluentes generados a la entrada y salida, en la Piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.

con las normativas ambientales, en cuanto a la valoración del pH, se evidencia que la descarga de los efluentes residuales sobre el cuerpo de agua dulce receptor no causa impactos considerables sobre el medio, en vista a que la normativa exige que el pH se encuentre entre 5 - 9, como se evidencia el pH del agua se encuentra dentro de mencionado rango, ya que en promedio las muestra de agua registraron un pH 6,20 para los efluentes residuales, es por ello que se puede inferir que las actividades realizadas dentro de la piscícola no afectan al medio por la descarga de agua residual referente al análisis del agua.

Al analizar los parámetros de calidad de los efluentes se puede evidenciar que la descarga de los mismos a cuerpos de agua receptores sin tratamiento previo no conlleva a la ocurrencia de la degradación de las condiciones naturales del medio, en vista a que no se están incumpliendo con los valores establecidos en la normativa nacional que rige la gestión del ambiente.

## **F. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS APLICADOS A LAS MUESTRAS DE SUELO RECOLECTADAS EN LA PISCÍCOLA DEL GAD PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO**

### **1. Contenido de Materia orgánica del suelo**

Las muestras de suelo recolectadas en las instalaciones de producción de la piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago reportaron en promedio un valor de 20,82% de materia orgánica, como se muestra en el gráfico 8. La materia orgánica representa los componentes del suelo que están compuestos principalmente por carbono e hidrogeno y de manera secundaria de oxígeno, nitrógeno, fosforo, azufre, entre otros elementos, que son derivados de procesos biológicos.

El contenido de materia orgánica presente es importante en el análisis de las características naturales del suelo como factor ambiental de interés. La materia orgánica representa el principal nutriente necesario para el correcto desarrollo de la vegetación propia del medio o introducida en las explotaciones agropecuarias.

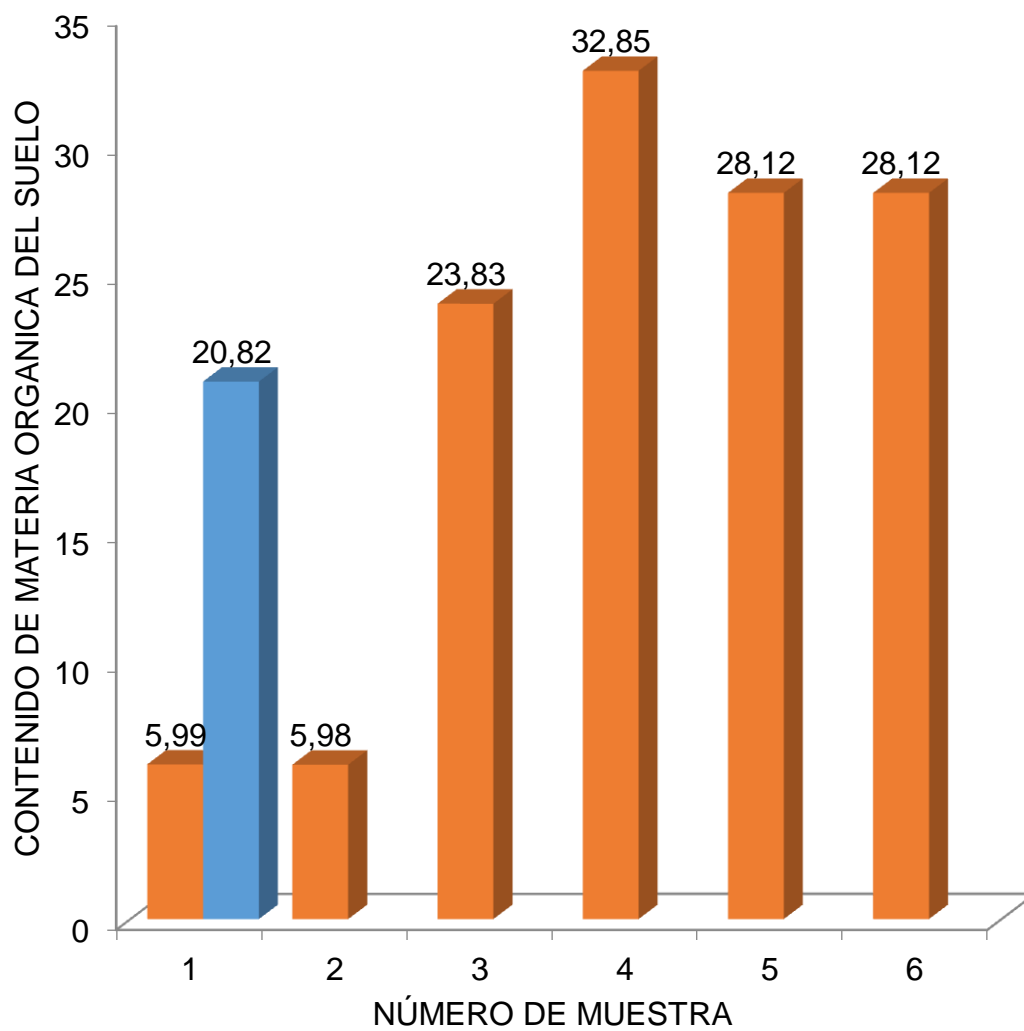


Gráfico 8. Contenido de materia orgánica de las muestras de suelo tomadas en la piscícola del GAD provincial de Morona Santiago.

No obstante el exceso en el contenido de materia orgánica que registra el suelo representa a la generación de impactos sobre el entorno, específicamente alteración en las condiciones naturales del suelo, en vista a que la materia orgánica en el suelo se encuentra en un balance por el acción de ciclos biológicos que degradan los componentes orgánicos a compuestos más simples. Dicho balance se puede ver afectado por la sobrecarga de contaminantes de carácter orgánico, que requieren de tiempo un tiempo específico, oxidantes y microorganismos para poder ser degradados en componentes de menor complejidad, no obstante y debido a la sobrecarga de dichos componentes el suelo no puede degradar la materia orgánica e igualar la tasa de vertido de los contaminantes, lo que genera un desbalance del proceso natural de degradación y genera que materia orgánica sin descomponerse se deposite en las capas superficiales del suelo afectando a las condiciones del mismo, principalmente al contenido de oxígeno presente, elemento vital para el desarrollo de los organismos aerobios.

## **2. Contenido de Nitrógeno del suelo**

Al analizar las muestras de suelo recolectadas en la piscícola del GAD provincial de Morona Santiago, se determinó que el contenido promedio de nitrógeno presente en el suelo es igual a 1,74%. Al determinar la relación de carbono orgánico, representado por el contenido de materia orgánica (20,82%), y el contenido de nitrógeno, se obtuvo un valor de 11,96%, resultado de dividir el contenido de materia orgánica para el contenido de nitrógeno.

Para poder evaluar la calidad del suelo es necesario determinar la relación carbono orgánico (representado por el contenido de materia orgánica), y nitrógeno, en vista a que los principales precursores del desarrollo vegetal son los dos elementos mencionados. El consumo de carbono orgánico del suelo está directamente relacionado con el adecuado desarrollo de las plantas, no obstante dicho consumo debe ir acompañado de un sustento de nitrógeno para completar las estructuras vegetales.

Si el contenido de nitrógeno y carbono orgánico presente en el suelo no se encuentran en la adecuada proporción el desarrollo vegetal se verá afectado y las plantas seguirán con su crecimiento hasta uno de los dos nutrientes se consuma en su totalidad, cuando se llega a dicho punto de afectación el crecimiento vegetal se ve detenido, y todos los demás procesos y ciclos que dependen de la vegetación, como se ilustra en el (gráfico 9).

Al realizar el cálculo de la relación carbono orgánico (representado por el contenido de materia orgánica), nitrógeno se determinó que el suelo de la piscícola presente una relación C/N igual a 11,98; valor que indica que la calidad del suelo es la adecuada en para el desarrollo agrícola y para el crecimiento vegetal propio del entorno de la piscícola, en base a los criterios establecidos en el cuadro 29, lo que indica que el suelo del medio no está siendo afectado por las actividades realizadas dentro de la piscícola, no obstante debido a la incorrecta gestión de los residuos, la presencia de elementos ajenos al entorno (principalmente restos de envases), afecta al paisajismo del entorno, a pesar de que las características fisicoquímicas más importantes del suelo no sean alteradas.

Cuadro 29. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN FUNCIÓN A LA RELACIÓN C/N.

C/N	CALIDAD EDÁFICA
<8	Muy buena
8-12	Buena
12-15	Mediana
15-20	Deficiente
20-30	Mala
>30	Muy mala

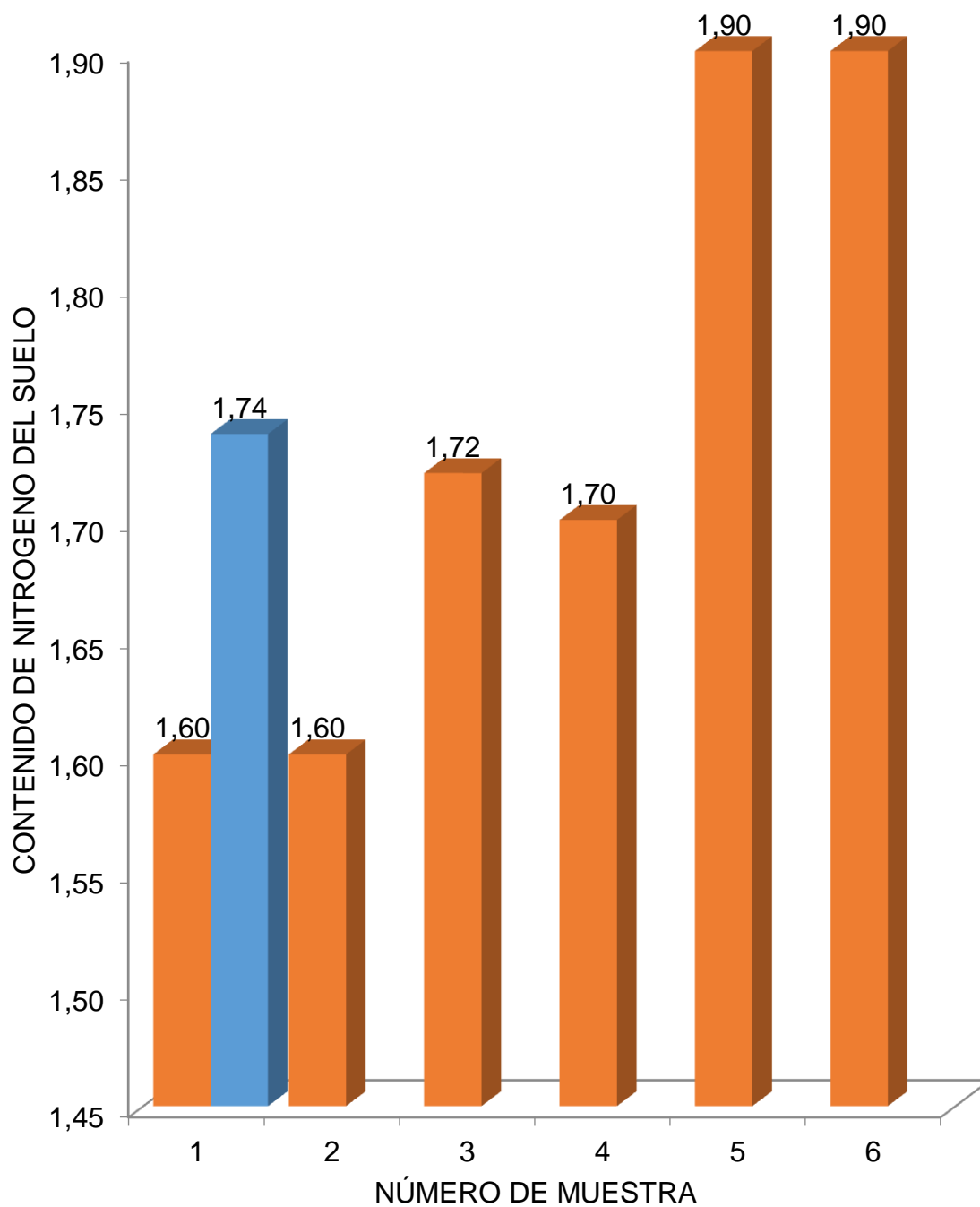


Gráfico 9. Contenido de nitrógeno de las muestras de suelo recolectadas en la piscícola del GAD provincial de Morona Santiago.

## **G. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

El plan de manejo ambiental contiene los lineamientos y directrices que al ser aplicadas dentro del proceso de explotación piscícola desarrollado por el GAD Provincial de Morona Santiago dichas acciones no generen impactos relevantes sobre el entorno de la planta.

### **1. Plan de prevención**

Para la prevención de los impactos se debe llevar las siguientes directrices

- Aplicar la dosis de hormona para revestimiento sexual exacto para el número de animales que se desea tratar.
- Realizar clasificación en la fuente y recolección diferenciada de los desechos sólidos generados, es decir que debe existir en todas las zonas de recolección de los desechos contenedores diferenciados para recolectar los desechos diferenciados (un contenedor para los residuos orgánicos, un contenedor para los residuos reciclables, un contenedor para los residuos comunes, y en caso de generarse un contenedor para los residuos peligrosos).
- Aplicar en la limpieza de las instalaciones detergentes de carácter biodegradable.
- En la alimentación de las piscinas aplicar las raciones de alimentos en función al consumo de los animales para evitar excesos de materia orgánica en las corrientes de descarga.
- Aplicar un sistema de manual de procedimientos donde se detalle las tareas a ejecutar en cada actividad que compone al proceso.

- Capacitar permanentemente sobre las responsabilidades que cada elemento del personal debe aplicar en sus actividades con respecto al cuidado ambiental.
- Aplicar programas y campañas de minimización en el consumo del agua en las actividades de limpieza de las instalaciones y del aseo del personal.
- Llevar registros de los volúmenes de cada tipo de residuos generados.
- Aplicar programas de minimización del consumo energético orientados al personal.

## **2. Plan de mitigación**

El plan de mitigación comprende las acciones correctivas para minimizar el grado de afectación al medio que generan los impactos ocasionados por la planta piscícola del GAD Provincial de Morona Santiago.

### **a. Manejo de desechos sólidos**

Los desechos sólidos generados en la piscícola deben ser recolectados de manera diferenciada, es decir que los contenedores destinados para albergar temporalmente a los residuos deben ser identificados con un sistema de coloración que indique el tipo de residuo que albergan. Para los residuos de carácter orgánico el contenedor debe ser de color verde, para los residuos reciclables los contenedores deben ser de color gris, para los residuos comunes los contenedores deberán ser de color negro, y para los residuos especiales o peligrosos (en el caso que existiesen), los contenedores deben ser de color blanco.

Para la recolección diferenciada los contenedores deben estar revestidos por fundas plásticas de 1.5 veces el largo del contenedor, para que cuando el contenedor este lleno se facilite el retiro de su contenido. Las bolsas plásticas



deben ser del mismo color de los contenedores. Para el caso de los residuos peligrosos se debe aplicar doble bolsa y se debe etiquetar la misma con la leyenda de “Residuos peligrosos”. Los contenedores primarios deben ser vaciados una vez que se encuentren al máximo de su capacidad. En el caso que los contenedores no se encuentren llenos en lapsos de tiempo cortos se deben recoger los residuos de carácter orgánico una vez por día, los residuos reciclables una vez cada 2 días, los residuos comunes una vez cada 2 días, y los residuos peligrosos una vez por día.

Para el transporte interno de los residuos se debe ocupar un contenedor sobre una carreta de recolección, la cual debe estar provista de elementos de apoyo en el caso que exista derrames de los desechos. El transporte interno se debe realizar en las horas de menor concurrencia a las instalaciones.

Para albergar los residuos hasta su disposición final se debe disponer de contenedores secundarios, los cuales deben tener 5 veces la capacidad de los contenedores primarios y deben tener el mismo sistema de identificación. Para la disposición final de los residuos se debe utilizar los servicios de entidades que se encarguen de la gestión de los residuos. Se debe pesar y registrar los volúmenes de cada tipo de residuos previo a la disposición final

En el caso que no exista el servicio de los gestores que se encarguen del tratamiento de los residuos, la disposición final se debe realizar por parte del personal encargado en la piscícola. Los residuos orgánicos deben tratarse en digestores que transformen la materia orgánica en componentes inertes (compost), que puedan ser vertidos en el suelo sin ocasionar alteraciones al mismo. Los residuos reciclables deben ser suministrados a entidades encargadas del reciclaje de los mismos. Los residuos comunes deben ser entregados en el vertedero para su disposición final.

#### **b. Vertidos residuales**

Para minimizar las cargas contaminantes y mitigar su impacto sobre los componentes del medio se debe aplicar un sistema de recirculación del agua que

es abandona las piscinas, en vista a que la calidad de dicho vertido es todavía aceptable y considerando que en etapas del año el suministro de agua no abastece la demanda necesaria para realizar las operaciones de producción piscícolas.

Para la recirculación del agua es necesario previamente un acondicionamiento del vertido residual para poder ser utilizado en las etapas de producción y mantener la calidad del agua de las piscinas en las adecuadas para el desarrollo de los peces. Para realizar el acondicionamiento se debe llevar a cabo el siguiente tratamiento:

- Cribado: el cribado consiste en la separación por cribas de los sólidos de gran tamaño. Para ello se debe aplicar una criba cuya separación sea ligeramente menor al diámetro de los sólidos de mayor tamaño presentes en el agua.
- Mezcla rápida: el agua posteriormente debe pasar por un sistema de mezcla rápida donde se adicione los insumos químicos necesarios para remover el exceso de sólidos en la posterior etapa. Para dicho fin se puede aplicar un canal rectangular sin estrechamiento con resalto hidráulico. La dosificación de los insumos químicos deberá ser en el punto donde inicia el resalto hidráulico.
- Mezcla lenta: para mejorar la remoción de los sólidos en exceso es necesario posterior a la mezcla rápida aplicar una etapa de mezcla lenta, que consiste en canales paralelos por donde el agua pasa a velocidades relativamente lentas para que los sólidos se aglomeren e incrementen su tamaño y peso
- Sedimentación: la sedimentación consiste en tratar el agua que sale de la mezcla lenta en un tanque donde la velocidad del flujo disminuya notablemente para que las partículas sólidas sedimenten al fondo del tanque.

Una vez comprobada la calidad del agua que sale del sedimentador se puede aplicar nuevamente a las piscinas habiendo constatado que se encuentre en las condiciones ideales para la crianza de los peces.

## H. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Por ser un estudio de Impacto Ambiental en el cual los beneficios no serán económicos se realizó la proyección económica del plan de administración ambiental para el Centro Piscícola Del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Morona Santiago que se indica en el cuadro 30, para lo cual se han determinado las actividades que generaron costos durante la investigación y para la ejecución de las medidas de mitigación, dando un resultado de 2750 dólares americanos. Es necesario determinar que los egresos estipulados en el presente plan únicamente comprende el diagnóstico de la situación ambiental y las posibles medidas de mitigación determinadas por los diferentes planes para producir la remediación ambiental, por lo tanto el costo determinado en el presente estudio ambiental será comparado con los ingresos que las empresas consultoras tienen establecidos el levantamiento de los términos de referencia y la situación actual de la piscícola que aproximadamente está entre 7000 y 8000 dólares americanos, ya que de acuerdo a la constitución política de nuestro país es un requisito indispensable para continuar sus labores diarias.

Es necesario recalcar que el Centro Piscícola del GAD, de Morona Santiago es una empresa gubernamental que deberá ser punto de referencia para otras piscícolas, ya que en la región existe una cantidad considerable de personas que se dedican a este tipo de actividad pero ya con fines de lucro y por lo tanto requieren de estudios ambientales ya que su incumplimiento puede llegar inclusive al cierre de la explotación, por lo tanto la ejecución de la presente investigación resulta bastante rentable ya que representa un ahorro aproximado de 4500 a 5000 dólares americanos.

A más del beneficio económico al ejecutar los términos de referencia, se deberá poner énfasis que al implementar las medidas de mitigación propuestas en el plan ambiental con lo que se conseguirá mantener el ambiente de la amazonia ecuatoriana libre de contaminación, utilizando manos de obra propia de la zona y recursos que resulten renovables.

Cuadro 30. PROYECCIÓN ECONÓMICA.

TIPO DE MEDIDA	NOMBRE DE LA MEDIDA	COSTOS (USD).
Elaboración y ejecución de matrices	Identificación de impactos	150
Levantamiento de georreferenciación global	Ubicación satelital del centro piscícola	200
Prevención y mitigación	Simulacro de sismos/incendios	200
Programa de capacitación	Capacitación en el uso de extintores	100
Programa de salud ocupacional y seguridad, laboral y mitigación	Compra de DPP y entrega	200
Programa de manejo de desechos sólidos	Almacenamiento, entrega de desechos no peligrosos	150
Programa de relaciones comunitarias	Taller de Relaciones Comunitarias	150
Programa de abandono	Abandono	500
Programa de monitoreo control	Pruebas de laboratorio de aguas residuales y suelo	800
Control	Registro de desechos sólidos tipo domésticos	300
Total		2750

## **V. CONCLUSIONES**

- Se observó que de las operaciones productivas ejecutadas por el personal y las decisiones administrativas de los directivos solo el 42% consideran el cuidado del recurso agua, lo que implica que el 58% de actividades restantes son ejecutadas sin tomar medidas de protección a dicho recurso. Es por ello que es imperativo aplicar la propuesta del plan de administración ambiental para que integren dentro de sus labores cotidianas que aseguren la calidad del agua y no afecte las condiciones del medio.
- Al realizar la revisión ambiental inicial del Centro Piscícola del GAD de Morona Santiago, se determinó que los caminos de ingreso no brindan seguridad ante posibles derrames de combustible, tránsito de vehículos, infiltración de aguas y lixiviación causada por la lluvia; puesto que, las mismas se encuentran desprovistas de un material aislante, que proteja al suelo de los efectos contaminantes que influiría directamente sobre los procesos de reproducción y reversión sexual de los alevines de tilapia.
- Una vez aplicadas las matrices modificadas de Leopald, se alcanzó un promedio de puntuación de -1; es decir, que su efecto no es altamente contaminante lo que implica que el grado de afectación que ocasionan las actividades de producción de alevines, actividades de administración y auxiliares aplicadas dentro de la piscícola del GAD provincial de Morona Santiago es mínima sobre las condiciones del entorno.
- El análisis del agua determinó que no existe una alteración en la calidad de este recurso ya que la DBO5, inicialmente fue de 53,03 mg/l, y se incrementó a 69,85 mg/l, en el caso del DQO de 31,32 mg/l; se elevó a 37,95 caso similar ocurre en los sólidos totales que de 181,49 ppm ascendió a 225,27 ppm, mientras tanto que el pH de 7,09 descendió a 6,20, determinándose, que los procesos industriales del centro piscícola no representan cambio en la calidad del agua.

- Para la ejecución de los términos de referencia del Plan de Administración ambiental es necesario incursionar en gastos tanto para el diagnóstico como para plantear egresos producto de las medidas de mitigación por lo tanto se proyecta un costo de 2750 dólares americanos, que son bajos en relación a empresas consultoras que realizarían un trabajo similar a un costo aproximado de 4000 a 5000 dólares americanos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar actividades cotidianas de mantenimiento de las vías de acceso al centro piscícola y sobre todo gestionar para cubrir con una capa de asfalto que impida la proliferación de polvo y ruidos molestos.
- Aplicar una recolección diferenciada y clasificar en la fuente los desechos sólidos generados; para lo cual, debe existir en todas las zonas de recolección un contenedor para los residuos orgánicos, residuos reciclables, residuos inorgánicos, residuos comunes y en caso de generarse, un contenedor para los residuos peligrosos.
- Capacitar al personal permanentemente en temas referentes a las responsabilidades que cada elemento debe aplicar en sus actividades de cuidado al ambiente; así como, poner en marcha programas y campañas de minimización en el consumo del agua, para las actividades de limpieza de las instalaciones y del aseo del personal.
- Emplear normas de seguridad industrial, tanto al personal permanente como casual, así como de las instalaciones del centro piscícola para evitar accidentes laborales que puedan afectar el normal funcionamiento de la planta, y que contempla la rotulación de acuerdo a los colores adecuados, de los riesgos laborales así como el uso de equipo de protección de los trabajadores.
- Capacitar a los beneficiarios del programa de donación de alevines reproductores, sobre las técnicas de crianza y manejo ya que se ha determinado que en muchos casos no se realiza la crianza adecuada y por lo tanto existe fuga de recursos económicos que van en perjuicio del centro piscícola.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ASTORGA, A. 2006. Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de infraestructura urbana. 1a ed. San José, Costa Rica. Edit UICN. pp 99 -101.
2. ARELLANO, A. 2014. Tratamiento de Aguas Residuales. 2a ed. Riobamba-Ecuador. Edlt. Genes. pp. 2-25.
3. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE ACUICULTORES, ASOACUICOLA. 2001. Diagnóstico Estratégico de la Cadena Productiva de Trucha a Nivel Nacional.
4. BROWN, L. 2000. Acuicultura para veterinarios: Producción y clínica de peces. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 445 p.
5. CARRIZO, J. 2005. Alimentación de la pollita y la ponedora comercial: programas prácticos. Jornadas profesionales de avicultura de puesta. Real Escuela de Avicultura. pp 13 – 16.
6. ECUADOR. Ministerio del Ambiente del Ecuador., Texto Unificado de Legislación Ambiental Libro 6, Anexo 1., 2a ed. Quito-Ecuador., 2005., pp. 2-15.
7. FITZSIMMONS, K. 2000. “Future Trends of Tilapia Aquaculture in the Americas”. Tilapia Aquaculture, Vol. 2. The World Aquaculture.
8. GÓMEZ, O. 2009. Evaluación del Impacto Ambiental. 1a ed. Madrid, España. Edit. Agrícola Española S.A. pp 6 -12.
9. GÓMEZ, R. 2002. Gestión y fundamentos de la evaluación de impacto ambiental. 1a ed. Valparaíso, Chile, Edit CHL. BID. pp 19 – 22.
10. HERRERO, M. 2008. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. pp 78-90.



11. HUET, M. 2003. Tratado de Piscicultura. 1a ed. Madrid, España. Edit Mundi: Prensa. pp 34 – 39.
12. <http://www.buenastareas.com>.2015. Armendáriz, P. Causas del impacto ambiental.
13. <http://www.hannachile.com/articulos.com>.2015. Alcibiades, K. Consecuencias del impacto ambiental.
14. <http://www.twenergy.com>.2015. Albuja, L. Pasos para un plan de administración ambiental.
15. <http://www.ambiente.gob.ec>.2015. Blanco, G. Instrumentos de planeación ambiental.
16. <http://www.archivonacional.go.cr>.2015. Baker. L. Metodología para la elaboración un plan de manejo ambiental.
17. <http://www.epa.gov>.2015. Belinj, J. Medidas de mitigación prevención y corrección de impactos.
18. <http://www.produccionlimpia.cl>.2014. Borraz, L. Plan de contingencia.
19. <http://www.environmentalguidelines.com>. 2015. Belinj, H. Matriz de Leopold.
20. <http://www.agrilinkintl.com>.2014. Cañadas, L. Metodología general para la evaluación de los impactos ambientales.
21. [http:// www.argenbio.org/adc/uploads/biorremediacion](http://www.argenbio.org/adc/uploads/biorremediacion). 2014. Ceuppens, A. El índice integral de impacto ambiental.
22. <http://www.rlc.fao.org>.2014. Correa, C. Que es piscicultura, y sus efectos contaminantes.

23. <http://www.monografias.com>.2015. Chemineau, P. Cultivo intensivo de peces.
24. <http://www.upacl/publicacion>.2015. Cornejo, J. Tipos de cultivo de peces.
25. <http://www.fao.org/Newsroom/es>.2015. Caruma, M. Monocultivo de peces en estanques.
26. <http://wwwsian.inia.gob.ve>.2015. Reyes, M. Instalaciones para el cultivo de especies de agua dulce.
27. <http://wwwbibliotecadigital.ilce.edu>.2015. Díaz, A. Estanques, adecuados para peces de agua dulce.
28. <http://www.femica.org/areas/modambiental>.2015. Flores, J. Forma y tamaño de estanques.
29. <http://wwwurcosolar.blogspot.com>.2015. Dale, N. Producción más limpia en piscicultura.
30. <http://www.cetmar.org>.2015. Dávalos, S. La gestión ambiental y las demandas del mercado.
31. <http://www.engormix.com>. 2015. Gay, C. Energía solar en piscicultura.
32. <http://www.siicex.gob>.2015. Meseguer, C. Efectos ambientales del desarrollo de la piscicultura.
33. <httpwww.agronet.gov>.2015. Pérez, E. Efectos ambientales en las agua residuales.

34. <http://www.ifc.org/ifcex/enviro.xom>.2015. Pomareda, C. Impactos en el medio ambiente.
35. <http://www.elacuario.org>.2015. Vallejos, S. Agentes químicos: fungicidas, antibióticos y compuestos antiparasitarios.
36. IBARROLA, J. 2005. Introducción a la calidad. Aproximación a los sistemas de gestión y herramientas de Calidad. 2 da edición. La Paz. Bolivia. Edit. Vigo. pp 89-96.
37. QUILES, H. 2005. Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. España pp. 32,33.
38. LÓPEZ, M. 2002. Informe de buenas prácticas de manufactura. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. Continental. pp. 12 - 34
39. MEYER, E. 2008. Estudios de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil. 3a ed. México. Edit. Pearson Educación. pp. 352.
40. MASERA, O. 2009. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación. 1a e. Mexico DF, Mexico. Edit MESMIS. Mundi-Prensa, S.A., Gira, IE-UNAM. pp 10 – 15.
41. PERALTA, J. 2005. Buenas Prácticas Ambientales”, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura. 2005. pp 34-45.
42. PILLAY, R. 2002. Acuicultura: Principios y prácticas. 1a ed. Chihuahua, Mexico. EditLimusa: Noriega editores. 699 p.
43. MORENO, E. 2006. Influencia de la edad de empadre sobre el peso y tamaño de camada. Reporte técnico, volumen N° 3. Lima, Peru. Edit. INIPA, pp 3: 96.

44. ROMERO, P. 2002. Contaminación y Medio Ambiente. 1a ed. Riobamba, Ecuador. Edit. ESPN. pp 123-125.
45. ROSAS, D. 2006. Estrategias nutricionales para enriquecer con aceites omega-3 marinos huevos, carne, leche, alimentos para el consumo humano. 1a ed. Lima, Perú. Edit SNP. pp 12 -15.
46. SANTELEISIS, M. 2009. Procesos Industriales, su administración y operación. 1a ed. México, México D.F. Edit. AEDOS. pp. 79 – 86.
47. TORRES, R. 2014. Utilización del ultra filtrado de suero pasteurizado del queso para el desarrollo de una bebida Isotónica. Tesis de grado, Facultad de Agronomía Zamorano, Honduras. 37 pp.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Evaluación de la demanda bioquímica de oxígeno del agua en el centro piscícola del gobierno provincial de Morona Santiago.

a. Estadística descriptiva a la entrada

---

Agua entrada	
Media	53,03
Error típico	14,34
Mediana	44,10
Moda	96,00
Desviación estándar	35,13
Varianza de la muestra	1234,09
Curtosis	-1,87
Coefficiente de asimetría	0,54
Rango	78,00
Mínimo	18,00
Máximo	96,00
Suma	318,20
Cuenta	6,00

---

B. Estadísticas descriptivas a la salida

---

Agua de salida	
Media	69,85
Error típico	5,30
Mediana	72,00
Moda	72,00
Desviación estándar	12,98
Varianza de la muestra	168,45
Curtosis	2,66
Coefficiente de asimetría	-0,93
Rango	40,10
Mínimo	47,00
Máximo	87,10
Suma	419,10
Cuenta	6,00

---

### C. prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	53,03	69,85
Varianza	1234,09	168,455
Observaciones	6,00	6
Varianza agrupada	701,27	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	10,00	
Estadístico t	-1,10	
P(T<=t) una cola	0,15	
Valor crítico de t (una cola)	1,81	
P(T<=t) dos colas	0,30	ns
Valor crítico de t (dos colas)	2,228	

Anexo 2. Evaluación de la demanda Química de Oxígeno del agua en el centro piscícola del gobierno provincial de Morona Santiago.

a. Estadística descriptiva a la entrada

---

Agua entrada	
Media	31,32
Error típico	6,23
Mediana	32,05
Moda	48,00
Desviación estándar	15,26
Varianza de la muestra	232,89
Curtosis	-1,87
Coefficiente de asimetría	-0,11
Rango	34,20
Mínimo	13,80
Máximo	48,00
Suma	187,90
Cuenta	6

---

B. Estadísticas descriptivas a la salida

---

Agua de salida	
Media	37,95
Error típico	6,71
Mediana	45,00
Moda	45,00
Desviación estándar	16,43
Varianza de la muestra	269,98
Curtosis	-1,87
Coefficiente de asimetría	-0,82
Rango	35,00
Mínimo	17,00
Máximo	52,00
Suma	227,70
Cuenta	6

---



### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	31,32	37,95
Varianza	232,89	269,975
Observaciones	6,00	6
Varianza agrupada	251,43	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	10,00	
Estadístico t	-0,72	
P(T<=t) una cola	0,24	
Valor crítico de t (una cola)	1,81	
P(T<=t) dos colas	0,49	ns
Valor crítico de t (dos colas)	2,23	

Anexo 3. Evaluación de los sólidos totales del agua en el centro piscícola del gobierno provincial de Morona Santiago.

a. Estadística descriptiva a la entrada

---

Agua entrada	
Media	181,49
Error típico	98,19
Mediana	26,36
Moda	492,00
Desviación estándar	240,52
Varianza de la muestra	57851,76
Curtosis	-1,87
Coefficiente de asimetría	0,97
Rango	466,00
Mínimo	26,00
Máximo	492,00
Suma	1088,91
Cuenta	6,00

---

B. Estadísticas descriptivas a la salida

---

Agua de salida	
Media	225,27
Error típico	116,34
Mediana	50,55
Moda	593,00
Desviación estándar	284,96
Varianza de la muestra	81203,69
Curtosis	-1,88
Coefficiente de asimetría	0,96
Rango	560,90
Mínimo	32,10
Máximo	593,00
Suma	1351,60
Cuenta	6,00

---

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	181,485	225,267
Varianza	57851,757	81203,695
Observaciones	6,000	6
Varianza agrupada	69527,726	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	10,000	
Estadístico t	-0,288	
P(T<=t) una cola	0,390	
Valor crítico de t (una cola)	1,812	
P(T<=t) dos colas	0,780	ns
Valor crítico de t (dos colas)	2,23	

Anexo 4. Evaluación del pH del agua en el centro piscícola del gobierno provincial de Morona Santiago.

a. Estadística descriptiva a la entrada

---

Agua entrada	
Media	7,09
Error típico	0,08
Mediana	7,05
Moda	7,31
Desviación estándar	0,19
Varianza de la muestra	0,03
Curtosis	(2,09)
Coefficiente de asimetría	0,41
Rango	0,41
Mínimo	6,90
Máximo	7,31
Suma	42,53
Cuenta	6,00

---

B. Estadísticas descriptivas a la salida

---

Agua de salida	
Media	6,20
Error típico	0,24
Mediana	6,08
Moda	6,08
Desviación estándar	0,60
Varianza de la muestra	0,36
Curtosis	-1,87
Coefficiente de asimetría	0,44
Rango	1,34
Mínimo	5,59
Máximo	6,93
Suma	37,21
Cuenta	6,00

---

### C. Prueba de T-student

	Variable 1	Variable 2
Media	7,09	6,20
Varianza	0,03	0,36
Observaciones	6,00	6,00
Varianza agrupada	0,20	
Diferencia hipotética de las medias	0,00	
Grados de libertad	10,00	
Estadístico t	3,46	
P(T<=t) una cola	0,00	
Valor crítico de t (una cola)	1,81	
P(T<=t) dos colas	0,01	**
Valor crítico de t (dos colas)	2,23	

Anexo 5. Evaluación de la materia orgánica del suelo en el centro piscícola del gobierno provincial de Morona Santiago.

a. Estadística descriptiva a la entrada

---

Agua entrada	
Media	20,82
Error típico	4,83
Mediana	25,98
Moda	28,12
Desviación estándar	11,84
Varianza de la muestra	140,10
Curtosis	-1,85
Coefficiente de asimetría	-0,72
Rango	26,87
Mínimo	5,98
Máximo	32,85
Suma	124,89
Cuenta	6,00

---

B. Estadísticas descriptivas a la salida

---

Agua de salida	
Media	2,22
Error típico	0,14
Mediana	2,41
Moda	2,45
Desviación estándar	0,35
Varianza de la muestra	0,12
Curtosis	(1,88)
Coefficiente de asimetría	(0,90)
Rango	0,74
Mínimo	1,78
Máximo	2,52
Suma	13,35
Cuenta	6,00

---

Anexo 6. Evaluación del nitrógeno del suelo en el centro piscícola del gobierno provincial de Morona Santiago.

a. Estadística descriptiva a la entrada

---

Agua entrada	
Media	1,74
Error típico	0,06
Mediana	1,71
Moda	1,60
Desviación estándar	0,14
Varianza de la muestra	0,02
Curtosis	-1,89
Coefficiente de asimetría	0,43
Rango	0,30
Mínimo	1,60
Máximo	1,90
Suma	10,42
Cuenta	6,00

---