



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CALIDAD  
DEL AGUA DE LA LAGUNA DE YAMBO UBICADO EN EL  
CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: CAROL ESTEFANÍA CABRERA JEREZ**

**DIRECTOR: Dr. JOSÉ GERARDO LEÓN CHIMBOLEMA, MSc.**

Riobamba – Ecuador

2023

**©2022, Carol Estefanía Cabrera Jerez**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, CAROL ESTEFANÍA CABRERA JEREZ, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de enero de 2023




**Carol Estefanía Cabrera Jerez**

**C.I. 185037062-6**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA DE YAMBO UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI**, realizado por la señorita: **CAROL ESTEFANÍA CABRERA JEREZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Edwin Fernando Mejía Peñafiel, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-01-11
Dr. José Gerardo León Chimbolema, MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2023-01-11
Ing. Andrés Agustín Beltrán Davalos, MSc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2023-01-11

## **DEDICATORIA**

A mis padres Myriam y Luis, a Edy y a mis hermanas Emily y Aliah quienes con su apoyo incondicional durante estos años fueron una pieza fundamental en el cumplimiento de mis objetivos y la culminación de esta etapa.

Carol

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo agradecimiento a mi familia por alentarme y acompañarme en todos estos años de estudio y en el desarrollo del presente trabajo. A Anabel y Fernanda unas grandes amigas quienes me acompañaron incondicionalmente en este camino. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme los conocimientos necesarios para poder culminar esta etapa. Finalmente, mi entero agradecimiento al Dr. Gerardo León y al Ing. Andrés Beltrán por su importante orientación y acompañamiento para la ejecución de este trabajo.

Carol

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>4</b>
1.1. <b>Antecedentes.....</b>	4
1.2. <b>Marco conceptual.....</b>	5
1.2.1. <i>Laguna.....</i>	5
1.2.2. <i>Laguna de Yambo .....</i>	6
1.2.2.1. <i>Afluencia turística en la laguna de Yambo .....</i>	7
1.2.3. <b>Contaminación del agua .....</b>	8
1.2.3.1. <i>Fuentes contaminantes del agua.....</i>	9
1.2.3.2. <i>Principales agentes contaminantes del agua.....</i>	9
1.2.4. <b>Monitoreo de agua .....</b>	11
1.2.4.1. <i>Objetivos del monitoreo .....</i>	11
1.2.4.2. <i>Determinación de los sitios de monitoreo.....</i>	11
1.2.4.3. <i>Parámetros para tomar en cuenta en el monitoreo .....</i>	12
1.2.5. <b>Indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua .....</b>	12
1.2.5.1. <i>pH.....</i>	12
1.2.5.2. <i>Turbiedad.....</i>	12
1.2.5.3. <i>Sólidos suspendidos totales.....</i>	13
1.2.5.4. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) .....</i>	13
1.2.5.5. <i>Demanda Química de Oxígeno (DQO).....</i>	13
1.2.6. <b>Indicadores biológicos de la calidad del agua.....</b>	13
1.2.6.1. <i>Coliformes fecales.....</i>	13
1.2.6.2. <i>Coliformes totales .....</i>	14
1.2.7. <b>Análisis de la calidad del agua .....</b>	14
1.2.7.1. <i>Índice de la calidad del agua.....</i>	14

1.2.7.2.	<i>Usos de los índices</i> .....	15
1.2.7.3.	<i>Índice de calidad NSF</i> .....	15
1.2.7.4.	<i>Índice de león</i> .....	16
1.2.8.	<b><i>Revisión ambiental inicial</i></b> .....	18
1.3.	<b>Base legal</b> .....	20
1.3.1.	<b><i>Constitución de la República del Ecuador</i></b> .....	20
1.3.2.	<b><i>Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua</i></b> .....	22

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	23
2.2.	<b>Descripción del área de estudio</b> .....	23
2.3.	<b>Selección de los puntos de monitoreo</b> .....	23
2.4.	<b>Caracterización físico – química y microbiológica</b> .....	23
2.5.	<b>Evaluación de los puntos de monitoreo mediante el índice NSF</b> .....	24
2.6.	<b>Evaluación de los puntos de monitoreo mediante el índice de León</b> .....	24
2.7.	<b>Evaluación de los impactos ambientales</b> .....	25
2.7.1.	<b><i>Etapas de matriz de evaluación de impactos rápida (RIAM)</i></b> .....	25
2.7.2.	<b><i>Criterios de selección de componentes</i></b> .....	27

## CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	30
3.2.	<b>Caracterización del lugar</b> .....	30
3.2.1.	<b><i>Puntos de monitoreo</i></b> .....	31
3.2.1.1.	<b><i>Punto LY-01</i></b> .....	31
3.2.1.2.	<b><i>Punto LY-02</i></b> .....	32
3.2.1.3.	<b><i>Punto LY-03</i></b> .....	32
3.3.	<b>Resultados y discusión de resultados</b> .....	33
3.3.1.	<b><i>pH</i></b> .....	33
3.3.2.	<b><i>Conductividad</i></b> .....	34
3.3.3.	<b><i>Turbidez</i></b> .....	35
3.3.4.	<b><i>Demanda química de oxígeno</i></b> .....	36
3.3.5.	<b><i>Demanda bioquímica de oxígeno</i></b> .....	38
3.3.6.	<b><i>Sólidos suspendidos</i></b> .....	39
3.3.7.	<b><i>Sólidos disueltos totales</i></b> .....	40



3.3.8.	<i>Coliformes fecales</i> .....	41
3.3.9.	<i>Coliformes totales</i> .....	41
3.4.	<b>Calidad del agua</b> .....	42
3.4.1.	<i>Determinación del índice NSF</i> .....	43
3.4.1.1.	<i>Primer monitoreo</i> .....	43
3.4.1.2.	<i>Segundo monitoreo</i> .....	46
3.4.1.3.	<i>Tercer monitoreo</i> .....	50
3.4.1.4.	<i>Índice de la fundación nacional de saneamiento (INSF)</i> .....	55
3.4.2.	<i>Determinación del índice de león</i> .....	56
3.4.2.1.	<i>Primer monitoreo</i> .....	56
3.4.2.2.	<i>Segundo monitoreo</i> .....	60
3.4.2.3.	<i>Tercer monitoreo</i> .....	64
3.4.2.4.	<i>Índice de calidad de león</i> .....	69
3.5.	<b>Relación entre el Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento NSF y el índice de León</b> .....	70
3.6.	<b>Evaluación de los aspectos ambientales significativos de la laguna de Yambo</b> .....	71
3.7.	<b>Evaluación de impactos ambientales</b> .....	76
3.8.	<b>Cumplimiento de la legislación</b> .....	78

#### **CAPÍTULO IV**

4.	<b>PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS DE LA LAGUNA DE YAMBO UBICADA EN EL CANTON SALCEDO</b> .....	81
4.1.	<b>Introducción</b> .....	81
4.2.	<b>Base legal</b> .....	81
4.2.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i> .....	81
4.2.2.	<i>Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua</i> .....	83
4.3.	<b>Justificación</b> .....	83
4.4.	<b>Beneficios de la implementación del programa</b> .....	84
4.5.	<b>Plan operativo de mitigación de impactos</b> .....	84
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	90
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	92
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Población turística semanal promedio .....	7
<b>Tabla 2-1:</b>	Rango de calidad de agua.....	16
<b>Tabla 3-1.:</b>	Pesos específicos de las variables del índice de León.....	17
<b>Tabla 4-1:</b>	Fases para realizar una Revisión Ambiental Inicial .....	19
<b>Tabla 1-2:</b>	Métodos de ensayo empleados para la determinación de los parámetros físico – químicos y microbiológicos .....	24
<b>Tabla 2-2:</b>	Ponderaciones para parámetros propuestas por el índice NSF .....	24
<b>Tabla 3-2:</b>	Pesos específicos de las variables .....	25
<b>Tabla 4-2:</b>	Categorías y componentes para realizar la RIAM .....	27
<b>Tabla 5-2:</b>	Criterios de evaluación del RIAM .....	27
<b>Tabla 6-2:</b>	Conversión de resultados ambientales a bandas de rango .....	28
<b>Tabla 1-3:</b>	Determinación de los puntos de monitoreo de la Laguna de Yambo.....	32
<b>Tabla 2-3:</b>	Resultados del pH promedio en los puntos de monitoreo.....	33
<b>Tabla 3-3 :</b>	Resultados de conductividad promedio en los puntos de monitoreo .....	34
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados de turbidez promedio en los puntos de monitoreo.....	35
<b>Tabla 5-3 :</b>	Resultados de DQO promedio en los puntos de monitoreo .....	37
<b>Tabla 6-3:</b>	Resultados de DBO <sub>5</sub> promedio en los puntos de monitoreo .....	38
<b>Tabla 7-3:</b>	Resultados de sólidos suspendidos promedio en los puntos de monitoreo .....	39
<b>Tabla 8-3:</b>	Resultados de sólidos disueltos totales promedio en los puntos de monitoreo .	40
<b>Tabla 9-3:</b>	Resultados de coliformes fecales promedios en los puntos de monitoreo .....	41
<b>Tabla 10-3:</b>	Resultados de coliformes totales promedio en los puntos de monitoreo .....	41
<b>Tabla 11-3 :</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el primer monitoreo, en el punto LY-01 .....	43
<b>Tabla 12-3:</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el primer monitoreo, en el punto LY-02.....	44
<b>Tabla 13-3 :</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el primer monitoreo, en el punto LY-03.....	45
<b>Tabla 14-3:</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el segundo monitoreo, en el punto LY-01 .....	47
<b>Tabla 15-3:</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el segundo monitoreo, en el punto LY-02 .....	48
<b>Tabla 16-3:</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el segundo monitoreo, en el punto LY-03 .....	49

<b>Tabla 17-3:</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el tercer monitoreo, en el punto LY-01 .....	50
<b>Tabla 18-3 :</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el tercer monitoreo, en el punto LY-02.....	51
<b>Tabla 19-3 :</b>	Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el tercer monitoreo, en el punto LY-03.....	52
<b>Tabla 20-3 :</b>	Resultados del Índice de Calidad NSF por punto de monitoreo .....	53
<b>Tabla 21-3:</b>	Resultados de los Índices NSF en los puntos de monitoreo promedio .....	55
<b>Tabla 22-3 :</b>	Resultados del índice de León, en el primer monitoreo, en el punto LY-01.....	56
<b>Tabla 23-3:</b>	Resultados del índice de León, en el primer monitoreo, en el punto LY-02.....	57
<b>Tabla 24-3:</b>	Resultados del índice de León, en el primer monitoreo, en el punto LY-03.....	59
<b>Tabla 25-3:</b>	Resultados del índice de León, en el segundo monitoreo, en el punto LY-01 ...	60
<b>Tabla 26-3:</b>	Resultados del índice de León, en el segundo monitoreo, en el punto LY-02 ...	62
<b>Tabla 27-3:</b>	Resultados del índice de León, en el segundo monitoreo, en el punto LY-03 ...	63
<b>Tabla 28-3:</b>	Resultados del índice de León, en el tercer monitoreo, en el punto LY-01 .....	64
<b>Tabla 29-3:</b>	Resultados del índice de León, en el tercer monitoreo, en el punto LY-02 .....	65
<b>Tabla 30-3:</b>	Resultados del índice de León, en el tercer monitoreo, en el punto LY-03 .....	67
<b>Tabla 31-3:</b>	Resultados del Índice de León por punto de monitoreo.....	68
<b>Tabla 32-3:</b>	Resultados de los Índices de León en los puntos de monitoreo promedio.....	69
<b>Tabla 33-3:</b>	Relación entre los índices NSF y de León en los puntos de monitoreo .....	70
<b>Tabla 34-3:</b>	Matriz de evaluación de aspectos ambientales significativos de la laguna de Yambo.....	72
<b>Tabla 35-3:</b>	Resumen de resultados de los aspectos ambientales significativos en la laguna de Yambo.....	75
<b>Tabla 36-3:</b>	Matriz de evaluación de impactos ambientales.....	76
<b>Tabla 37-3:</b>	Matriz de cumplimiento de legislación .....	79
<b>Tabla 38-3:</b>	Matriz del Plan Operativo de Mitigación de Impactos .....	85

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-1:</b>	Procedencia de turistas que visitan la laguna de Yambo.....	8
<b>Ilustración 1-2:</b>	Matriz de evaluación de impactos .....	25
<b>Ilustración 1-3:</b>	Ubicación de la laguna de Yambo.....	31
<b>Ilustración 2-3:</b>	Variación de pH en los puntos de monitoreo .....	33
<b>Ilustración 3-3:</b>	Variación de la conductividad promedio en los puntos de monitoreo .....	34
<b>Ilustración 4-3:</b>	Variación de la turbidez promedio en los puntos de monitoreo .....	36
<b>Ilustración 5-3:</b>	Variación de DQO promedio en los puntos de monitoreo .....	37
<b>Ilustración 6-3:</b>	Variación de DBO <sub>5</sub> promedio en los puntos de monitoreo .....	38
<b>Ilustración 7-3:</b>	Variación de sólidos suspendidos promedio en los puntos de monitoreo ....	39
<b>Ilustración 8-3:</b>	Variación de sólidos disueltos totales promedio en los puntos de monitoreo .....	40
<b>Ilustración 9-3:</b>	Variación de coliformes totales promedio en los puntos de monitoreo .....	42
<b>Ilustración 10-3:</b>	Parámetros medidos en el primer monitoreo el punto LY-01 vs el valor Q calculado .....	44
<b>Ilustración 11-3:</b>	Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado .....	45
<b>Ilustración 12-3:</b>	Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado .....	46
<b>Ilustración 13-3:</b>	Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado .....	47
<b>Ilustración 14-3:</b>	Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado .....	48
<b>Ilustración 15-3:</b>	Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado .....	49
<b>Ilustración 16-3:</b>	Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado .....	51
<b>Ilustración 17-3:</b>	Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado .....	52
<b>Ilustración 18-3:</b>	Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado .....	53
<b>Ilustración 19-3:</b>	Resultados Totales del Monitoreo de Calidad del Agua NSF.....	54
<b>Ilustración 20-3:</b>	Variación de los índices NSF en los puntos de monitoreo promedio.....	55

<b>Ilustración 21-3:</b> Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado .....	57
<b>Ilustración 22-3:</b> Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado .....	58
<b>Ilustración 23-3:</b> Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado .....	60
<b>Ilustración 24-3:</b> Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado .....	61
<b>Ilustración 25-3:</b> Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado .....	62
<b>Ilustración 26-3:</b> Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado .....	64
<b>Ilustración 27-3:</b> Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado .....	65
<b>Ilustración 28-3:</b> Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado .....	66
<b>Ilustración 29-3:</b> Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado .....	67
<b>Ilustración 30-3:</b> Resultados del Índice de León por punto de monitoreo .....	68
<b>Ilustración 31-3:</b> Variación de los Índices de León promedio en los puntos de monitoreo.....	70
<b>Ilustración 32-3:</b> Relación entre los índices NSF y de León .....	71
<b>Ilustración 33-3:</b> Evaluación de impactos ambientales.....	77
<b>Ilustración 34-3:</b> Metodología del Plan Operativo de Mitigación de Impactos.....	84

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** MAPA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

**ANEXO B:** TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DEL PRIMER MONITOREO

**ANEXO C:** TOMA DE MUESTRAS DEL SEGUNDO MONITOREO

**ANEXO D:** TOMA DE MUESTRAS DEL TERCER MONITOREO

**ANEXO E:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE  
LOS TRES MUESTREOS

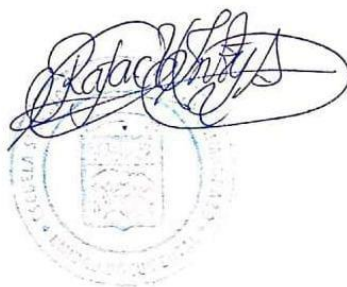
**ANEXO F:** ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN LA LAGUNA DE YAMBO

## RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de la laguna de Yambo, a la vez que se buscó identificar los impactos potenciales que afectaban a la biodiversidad del lugar y contrarrestarlos implementando un plan de mitigación. A través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos medidos en tres puntos de la laguna durante tres monitoreos se calcularon los índices NSF y de León a través del software Icatest v1.0.0.44, además se identificaron los impactos negativos y positivos a través de una matriz de evaluación de impactos rápida. En promedio se determinó un resultado promedio de 66.97 (Rango de calidad “Media”) y 70.77 (Rango de calidad “Excelente”) para los índices NSF y de León respectivamente. Mediante la aplicación del RIAM (Matriz de evaluación de impacto rápida) se encontraron en mayor medida impactos negativos en comparación a los impactos positivos por las actividades realizadas en la laguna. Por los resultados indicados se concluye que, a pesar de que la calidad del agua de la laguna de Yambo se encuentra en rangos aceptables, esta tiende a disminuir, por lo que es necesario la implementación del plan de mitigación de los impactos negativos, ya que se estableció que existe una relación turismo-impacto indicando que al menos dos de los impactos negativos evaluados afectan directamente a la calidad del agua de la laguna. Es recomendable que exista una intervención de parte de las autoridades y un compromiso por parte de los propietarios de los locales comerciales.

**Palabras clave:** <BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL>, <MEDIO AMBIENTE>, <CALIDAD DEL AGUA>, <ÍNDICE DE LEÓN>, <ÍNDICE DE LA FUNDACIÓN NACIONAL DE SANAMIENTO>, <LAGUNA DE YAMBO>, <IMPACTO AMBIENTAL>, <MITIGACIÓN DE IMPACTOS>, < SALCEDO (CANTÓN)>.

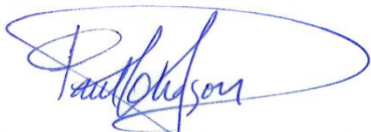
0303-DBRA-UPT-2023



## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the water quality of the Yambo lagoon while seeking to identify potential impacts that affected the place's biodiversity and counteract them by implementing a mitigation plan. Through physicochemical and microbiological analyses measured at three points in the lagoon during three monitoring sessions, the NSF and León indices were calculated using the Icatest v1.0.0.44 software; the negative and positive impacts were identified through a matrix of rapid impact assessment. On average, an average result of 66.97 ("Medium" quality range) and 70.77 ("Excellent" quality range) was determined for the NSF and León indices, respectively. Through applying the RIAM (Rapid Impact Assessment Matrix), negative impacts were found to a greater extent than the positive impacts of the activities carried out in the lagoon. Based on the indicated results, it is concluded that, even though the water quality of the Yambo lagoon is within acceptable ranges, it tends to decrease, which is why it is necessary to implement the negative impact mitigation plan since It was established that there is a tourism-impact relationship, indicating that at least two of the negative impacts evaluated directly affect the water quality of the lagoon. Therefore, it is recommended that there be an intervention on the part of the authorities and a commitment on the part of the owners of the commercial premises.

Keywords: <ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY>, <ENVIRONMENT>, <WATER QUALITY>, <LEÓN INDEX>, <NATIONAL SANITATION FOUNDATION INDEX>, <LAGUNA DE YAMBO>, <ENVIRONMENTAL IMPACT>, <IMPACT MITIGATION >, <SALCEDO (CANTON)>.



Ing. Paul Obregón. Mgs

0601927122



## INTRODUCCIÓN

El turismo es considerando uno de los principales procesos de desarrollo de los pueblos, además de que es una gran fuente de ingresos y empleo para la población local. Uno de los principales ingresos de divisas en el país es el contacto con la biodiversidad encontrándose en tercer lugar solo después del ingreso por el petróleo y las remesas de los emigrantes. El cantón Salcedo cuenta con una ubicación geográfica estratégica que lo ha convertido en uno de los principales centros de comercio de la provincia de Cotopaxi, ya que cuenta con muchos recursos naturales y culturales que lo ha convertido en un gran atractivo turístico.

La laguna de Yambo de origen tectónico posee una basta vegetación además de un paisaje inigualable, razón por la cual se ha convertido en un gran destino turístico durante los últimos años. Considerada uno de los principales atractivos turísticos del cantón Salcedo, la laguna de Yambo alberga en si misma grandes historias y leyendas que han trascendido a través del tiempo. Por esta razón se ha podido evidenciar un considerable aumento del flujo de visitantes, esto sumado al hecho de que los predios aledaños a la laguna son propiedad privada en donde se han establecido diferentes centros de diversión y abastecimiento de diferentes servicios (restaurantes, hotel, paseo en bote, etc.) lo que ha provocado un evidente incremento de explotación de recursos naturales.

Actualmente todas estas actividades cuentan con los debidos permisos de funcionamiento, sin embargo, no existen análisis previos de ningún elemento del ecosistema de la laguna realizado por parte del GAD del cantón Salcedo, además de la posible contaminación antropogénica pudieron haber desencadenado una serie de complicaciones al medio ambiente. Bajo estas circunstancias se vuelve imperante realizar un control de la calidad del agua (siendo la laguna como tal el principal atractivo turístico de la zona) mediante una identificación de impactos ya que así se podrá describir las características de las actividades que se requieran modificar y de esta forma lograr la predicción, identificación, e interpretación de su impacto ambiental.

En Ecuador ha preponderado el análisis de calidad del agua mediante el Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (INSF) de Estados Unidos, por otro lado, está el Índice de León de México en donde se establecen parámetros de calidad de agua para uso recreativo por lo que se establecerá la calidad del agua de la laguna de Yambo bajo estos índices debido al uso y las actividades que se desarrollan en el lugar.

Los principales problemas que afectan a estos cuerpos de agua son la contaminación y la sobreexplotación, por lo que están vinculados a la acción del ser humano. Por ello es importante, entre otras medidas, concientizar a las poblaciones aledañas respecto al manejo responsable de las fuentes de agua, así como promover una gestión integral de los recursos hídricos, tomando en cuenta las opiniones y demandas de los trabajadores y propietarios. Así también hay otros

aspectos a tener en cuenta como medidas de protección de la laguna, que son: evitar la deforestación de bosques o la eliminación de la cobertura vegetal, ya que las precipitaciones podrían disminuir o, por el contrario, aumentar haciendo que la escorrentía superficial arrastre suelo fértil y lo deposite en tal cuerpo de agua; no abusar del uso de fertilizantes o estudiar alternativas en su aplicación para evitar que llegue un exceso de nutrientes, ya que generan un incremento acelerado de floración de algas, niveles altos de turbidez, aumento de sedimentos y acumulación de residuos orgánicos en el lecho (fondo) de la fuente de agua, todo esto conocido como eutrofización; asegurar que no haya vertidos de aguas residuales domésticas y/o industriales que afecten a la calidad del agua, la cual es difícil recuperar así como la del ecosistema una vez que se producen los daños, debido a que la tasa de renovación de agua en lagunas suele ser baja (Roberti, 2006, p.1).

## **Objetivos de la investigación**

### **General:**

Evaluar el impacto ambiental en la Calidad del Agua de la Laguna de Yambo perteneciente al cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi, mediante la aplicación del Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (INSF) y el Índice de León.

### **Específicos:**

- Evaluar la calidad del agua de la laguna de Yambo mediante la aplicación de los índices INSF y de León para la determinación de su categoría de uso
- Analizar la influencia del turismo en el deterioro de la calidad del agua de la laguna.
- Realizar la interpretación cuantitativa de los análisis físico – químicos y biológicos medidos en distintos puntos de la laguna.
- Identificar los impactos ambientales, que generan las actividades antropogénicas que se desarrollan en la laguna.
- Establecer medidas de mitigación de los impactos negativos identificados.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes

El cantón Salcedo cuenta con una ubicación geográfica estratégica que lo ha convertido en uno de los principales centros de comercio de la provincia de Cotopaxi, ya que cuenta con muchos recursos naturales y culturales que lo ha convertido en un gran atractivo turístico. La laguna de Yambo, formada por fallas y plegamientos de las placas tectónicas, localizada a 12 km al sur del cantón Salcedo, con una extensión de más de 1100 m de largo y una formación vegetativa abundante se ha convertido en un gran foco de turismo en los últimos años.

Bajo este concepto en una investigación realizada por Toapanta (2017, pp. 5-140) se determinó que la fuente de contaminación de las aguas provenía de actividades domésticas que se generan en el complejo privado que está ubicado a un lado de la laguna, ya que los desechos eran arrojados de forma directa hacia las aguas sin ningún tratamiento previo; además, que existían otras fuentes contaminantes como los paseos en botes a motor o pedal, la mala gestión de desechos que eran utilizados para la preparación de alimentos, la desembocadura de dos afluentes superficiales, entre otros.

En una investigación realizada en la laguna de Yambo en donde se realizó un diagnóstico ambiental del ecosistema se determinó que dicho ecosistema presenta un deterioro, con la consecuente pérdida de su biodiversidad, depreciación del valor ambiental de este lugar como atractivo turístico, alteración de los recursos naturales del sistema lacustre y los servicios ambientales que prestan a los ecosistemas adyacentes; a causa de la contaminación del agua, la disposición final de residuos en las laderas y caminos de la laguna originados a partir de la actividad turística, doméstica y agrícola, la posible erosión de los suelos y pérdida de especies vegetales nativas de este sitio (Burgasí y Cayo, 2016. pp. 4-9). Además, concluyeron que, de los factores ambientales analizados, el que presentaba mayor pérdida de calidad ambiental es la contaminación del agua, conclusión a la que llegaron mediante los resultados de distintos análisis realizados.

En una caracterización del estado trófico de la laguna de Yambo realizado por Orquera y Cabrera (2020, pp. 99-111) se pudo determinar que en las zonas pobladas existen índices de estado trófico alto, con lo cual se pudo inferir que existen efluentes enviados directamente a la Laguna de Yambo sin tratamiento previo que favorecen estados eutróficos.

Por otro lado, en un modelo ejecutado por Espinosa y Márquez (2014, pp. 51-60) se presenta la evaluación del impacto en la calidad del agua superficial en el área de influencia de la Refinería Batalla de Santa Inés en el estado Barinas, Venezuela; basada en el desarrollo e implementación de un modelo empírico de primer orden en flujo de pistón y la definición de curvas de transformación ambiental e índices de calidad ambiental. Las simulaciones del modelo implementado permitieron determinar el índice de calidad ambiental para la condición con proyecto y sin proyecto, y la magnitud del impacto de la Refinería sobre los cuerpos de aguas superficiales receptores como la diferencia entre estas dos condiciones.

En base a los estudios de calidad del agua en Ecuador se ha establecido el uso principalmente del índice NSF, como ejemplos se cita el caso del estudio técnico de la subcuenca del Río Coca realizado por SENAGUA (2012, p.1), el estudio de calidad de agua superficial en la cuenca del Río Mira (Altamirano, 2013, p.12) y la evaluación de la calidad en el Río Portoviejo (Quiroz et al., 2017, pp. 2-6).

El índice de calidad de León fue aplicado en distintos estudios realizados en Ecuador como los citados a continuación. En una evaluación de la calidad del agua aplicada en el Río Burgay por Pauta-Calle y Chang Gómez (2014, p.56) y en la determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador realizada por García et al (2021, pp. 115-126).

Bajo estas investigaciones previas es evidente la necesidad de una evaluación en la calidad del agua de la laguna, puesto que varios autores afirman que existe una considerable contaminación de agua y, por otro lado, los modelos metodológicos presentados tanto en otras regiones como en Ecuador proporcionan las herramientas y los índices necesarios a aplicar para establecer un análisis de calidad del agua con el fin de proporcionar a las autoridades competentes un programa que ayude a contrarrestar los impactos ambientales negativos dado el bajo nivel de concientización alrededor de los servicios ecosistémicos.

## **1.2. Marco conceptual**

### **1.2.1. *Laguna***

Las lagunas son cuerpos de agua, generalmente dulces, que son alimentadas por ríos o riachuelos, escorrentía de precipitaciones y, en algunos casos, por filtración ascendente de aguas subterráneas, que se concentran o retienen en cuencas o depresiones del terreno, sin conexión con el mar u océano (Roberti, 2006, p. 1) y que, a diferencia de los lagos, estas poseen menor dimensión y profundidad. Los impactos negativos en la calidad de los cuerpos de agua están directamente relacionados con las actividades antropológicas y existen diversos parámetros para evaluar la deficiencia en la calidad de una laguna como: pH, turbidez, coliformes, etc. En caso de existir

cambios en la calidad de estas aguas es importante realizar un constante monitoreo porque esto no solo puede representar una afectación para los seres humanos, sino también para el ecosistema en si, ya que estos cuerpos de agua poseen ecosistemas acuáticos muy frágiles.

Algunas de las vías de contaminación más comunes son: entrada de nutrientes en exceso, como el fósforo y el nitrógeno de los fertilizantes, lo que causa un crecimiento excesivo de algas que puede ocasionar el agotamiento del oxígeno presente en el agua; bacterias generadas por animales silvestres (aves, entre otros); aumento del aporte de sedimentos por exceso de escorrentía superficial, por efecto de la deforestación; incremento de sedimentos por períodos de sequías más extensos; plaguicidas por aumento de plagas debido a la sustitución de bosques por pastos; entre otros (Roberti, 2006, p.1).

### **1.2.2. *Laguna de Yambo***

Yambo proveniente de la palabra colorada Yamboc significa “laguna humeante” esto porque en la antigüedad sufría de una gran evaporación. De origen tectónico y aluvial, la laguna de Yambo está ubicada en un valle interandino de la Sierra ecuatoriana a 12 km al sur del cantón Salcedo, vía a Ambato en la parroquia Antonio José Holguín. La laguna con una altitud de 2600 m.s.n.m., presenta una formación vegetal de matorral húmedo montano, cuenta con vertientes subterráneas, atravesada en una depresión natural forjada de altas laderas, con un alto desarrollo de algas y aguas turbias (Orquera y Cabrera, 2020, pp. 99-111). Se puede divisar fácilmente a la distancia patos, colibríes, garzas, mirlos, etc., árboles frutales, eucaliptos, pinos, cactus, y demás, lo que integra el inventario biológico de la euta “Kuri Pishku” que significa pájaro pluma de oro.

En este lugar se identificaron 57 especies vegetales de flora endémica e introducida, siendo las más representativas los cactus, el sigse, la paja, la mosquera, el kalanchoe y la maygua. Y la fauna más representativa del lugar son las aves que se encuentran en sus orillas y alrededores de la laguna (Burgasí y Cayo, 2016, pp. 4-5), además cuenta con poca vida acuática siendo que en la laguna solo se encuentran peces garra rufa, carpa y actualmente se lleva a cabo un proceso de inserción de una nueva especie, sin embargo, la laguna cuenta con niveles altos de clorofila lo que supone una mayor cantidad de oxígeno disuelto, lo que le confiere su representativo color verde además de la gran cantidad de minerales disueltos y la falta de circulación del agua.

De una gran riqueza histórica el sector donde se encuentra la laguna Yambo fue un asentamiento indígena de los Paeces, rama de los pueblos Panzaleos en la época del incario. Actualmente en la laguna se ofrecen distintas actividades y servicios como bares, restaurantes, eventos, paseos en bote y próximamente una tarabita.

### 1.2.2.1. *Afluencia turística en la laguna de Yambo*

Mediante el “PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE DESTINO TURÍSTICO y AMBIENTAL LAGUNA DE YAMBO” realizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Salcedo se determinaron los rubros estimados de población turista obteniendo:

**Tabla 1-1:** Población turística semanal promedio

<b>Días</b>	<b>Lunes</b>	<b>Jueves– Viernes</b>	<b>Sábados– Domingos – Feriados</b>	<b>Total</b>
Población visitante	88	200	1800	2088

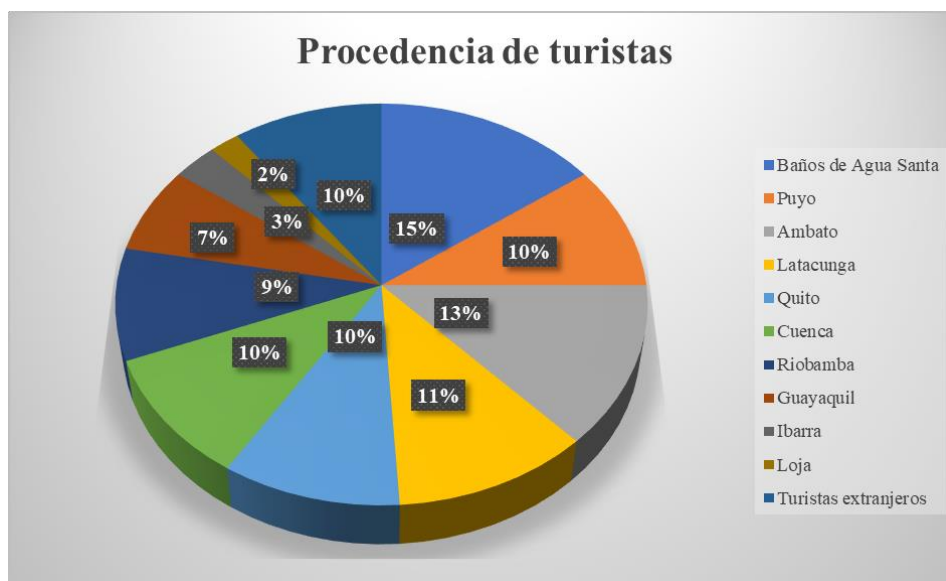
**Fuente:** GAD Salcedo, 2020

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

De este grupo de personas encuestadas el 15% provienen de Baños de Agua Santa, el 10% proceden del Puyo, el 13% se realizó a la ciudad de Ambato, el 11% se realizó a la ciudad de Latacunga, el 10% provienen de la ciudad de Quito, el 10% se realizó a la ciudad de Cuenca, el 9% se realizó a la ciudad de Riobamba, el 7% son provenientes del Cantón Guayaquil, el 3% se encuestó a Ibarra, finalmente con el 2% la Ciudad de Loja (Gad Salcedo, 2020).

El 10% restante lo conforman turistas extranjeros que prácticamente tienen raíces o formaron familia con ecuatorianos de la zona sierra centro y costa, en específico de los países de EE. UU., España, Italia, Holanda, Alemania entre los más importantes.

Esto sumado al hecho de que el turismo de recreación, ambiente y aventura tuvo un repunte post pandemia del 35 % de incremento en este tipo de actividades a nivel nacional.



**Ilustración 1-1:** Procedencia de turistas que visitan la laguna de Yambo

Fuente: GAD Salcedo, 2020.

Por lo que respecta a la demanda efectiva se hace referencia que en el circuito turístico Laguna de Yambo y demás atractivos de la zona alrededor 1000 turistas han realizado este recorrido durante el periodo de enero a octubre - 2020 dado a las condicionantes de pandemia y basado en la información expuesta por los operadores y personas que realizan actividades turísticas en la zona, sin embargo se considera que de los 2088 turistas que realicen actividades de ambiente, recreación, senderismo y montaña la demanda efectiva dirige a un total de 1088 turistas como grupo demandante efectivo de actividades turísticas en la Laguna de Yambo. Cabe recalcar que al momento los datos expuestos discrepan de las visitas reales de la cobertura de acceso a este atractivo en donde al año son casi 30.000 turistas que han llegado y visitado este atractivo turístico (GAD Salcedo, 2020).

### 1.2.3. Contaminación del agua

Es la alteración de la calidad natural del agua, principalmente por la acción humana, que la convierte en total o parcialmente inadecuada para la aplicación útil a la que se destina. Los aspectos que determinan la calidad del agua son de naturaleza fisicoquímica, bacteriológica, radioactiva, entre otros.

La contaminación del agua va de la mano con el crecimiento demográfico y la concentración urbana. Cuando la densidad de población era pequeña la depuración natural garantizaba la integridad del agua. A medida que incrementa la población y el nivel de vida, la demanda de alimentos, energía y servicios es mayor. Todo esto en conjunto contribuye a la contaminación en



masa del agua ya que no se aplican métodos subsidiarios de depuración, sobre todo en las zonas de mayor concentración urbana, donde los mecanismos de recuperación propios de la naturaleza están al borde del colapso.

#### 1.2.3.1. *Fuentes contaminantes del agua*

En general cuando se habla de fuentes contaminantes del agua se puede definir dos tipos: fuentes puntuales y no puntuales.

- Fuentes puntuales

Se denomina fuentes puntuales de contaminación del agua a aquellas que se originan de descargas de tuberías, zanjas y drenajes que son fáciles de identificar, es decir, todas las aguas de desecho de origen municipal e industrial (Burgasí y Cayo, 2016, pp. 78).

- Fuentes no puntuales

Áreas superficiales extensas o de deposición de la atmosfera desde las cuales se produce la descarga de contaminantes en aguas superficiales o subterráneas. Las principales causas de la contaminación no puntual son la infiltración, la escorrentía y la precipitación de elementos contaminantes (Burgasí y Cayo, 2016, pp. 78).

#### 1.2.3.2. *Principales agentes contaminantes del agua*

Existen distintos grupos o agentes contaminantes del agua, en general estos pueden ser:

- Microorganismos patógenos como bacterias, virus, protozoos, etc.
- Sustancias químicas orgánicas e inorgánicas como residuos orgánicos, ácidos, metales y sales que terminan en el agua por actividades antropogénicas.
- Compuestos orgánicos como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, detergentes, entre otros.
- Sedimentos y materiales suspendidos arrastrados a las aguas, esto provoca turbidez en el agua lo que dificulta la vida de los organismos.

### 1.2.3.3. *Causas y efectos de la contaminación del agua*

- Causas de la contaminación del agua

La contaminación del agua puede ser causada por diversos factores, en su mayoría antropogénicos, yendo desde vertidos industriales hasta el uso de fertilizantes los cuales pueden causar daños tanto en la salud del ser humano como en la del ecosistema afectado. Los lagos, lagunas y embalses, son especialmente vulnerables a la contaminación ya que el principal problema es la eutrofización, misma que se produce por la abundante presencia de nutrientes, lo que deriva en un crecimiento anormal de las plantas.

La principal causa de este fenómeno es el arrastre de nutrientes por escorrentía, ocasionando problemas como mal olor, cumulo de algas o verdín, así como un crecimiento denso de plantas con raíces ocasionando un agotamiento de oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos.

- Efectos de la contaminación del agua

El agua al perder su estado natural genera una serie de consecuencias que pueden afectar tanto a especies animales como vegetales. En el caso de los lagos y lagunas al existir sólidos en suspensión de gran tamaño pueden dar lugar a la aparición de sedimentos de fango en el fondo de los cauces naturales dificultando la vida acuática, transmisión de gases y nutrientes en los organismos del cuerpo hídrico.

- Agotamiento del contenido de oxígeno

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Cuando se vierten en las masas de agua, residuos que se oxidan fácilmente, bien por vía química o por vía biológica, se producirá la oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno en el medio. Si el consumo de oxígeno es excesivo, se alcanzarán niveles por debajo del necesario para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos (Burgasí y Cayo, 2016, pp. 5-140).

#### **1.2.4. Monitoreo de agua**

El monitoreo de calidad del agua es el control de los parámetros de interés de un curso de agua, siguiendo un orden y metodología rigurosos, para conocer su calidad y cantidad; y así poder tomar decisiones más informadas sobre cómo gestionarlo. Ayuda a evaluar si los impactos de los diferentes usos del agua (y los vertidos de aguas residuales) son aceptables o no. Gracias al monitoreo es posible establecer límites asociados a parámetros de control, generar alertas tempranas y adoptar medidas correctoras; antes de que el agua se convierta en no apta para un uso determinado (UICN, 2018, p.1).

Es justificable la ejecución de monitoreos de un cuerpo de agua ya que significa contar con datos confiables y disponibles que permitan tomar las mejores decisiones en cuanto al recurso agua y es imperante realizar este tipo de análisis debido al frágil ecosistema que representan los lagos y lagunas.

##### *1.2.4.1. Objetivos del monitoreo*

Los objetivos de un monitoreo de agua estarán en función a la información que se necesite recabar y al uso que se dará a los cuerpos de agua. Algunos de estos pueden ser:

- Establecer la calidad del agua de un recurso hídrico.
- Determinar los impactos negativos de los contaminantes.
- Evaluar los impactos de las actividades que se llevan a cabo en el lugar.
- Determinar el efecto que genera la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales

Estos entre otros ejemplos pueden ser cumplidos con la realización de monitoreos en cuerpos de agua.

##### *1.2.4.2. Determinación de los sitios de monitoreo*

La designación de los puntos de monitoreo es una de las actividades más importantes dentro de un estudio de calidad del agua. Para establecer una estimación correcta de los sitios de monitoreo se debe cumplir con las siguientes recomendaciones:

- Se debe realizar un reconocimiento de la zona donde se supone realizar el sistema de monitoreo.

- En un cuaderno de trabajo hay que tomar nota de cualquier actividad antrópica cercanas a las orillas como por ejemplo ganadería, industrias, caminos, carreteras, agricultura, descargas de aguas etc.
- Generar registros de los puntos más importantes de la zona.
- Georreferenciar el sitio de monitoreo con un GPS.
- Hay que efectuar reuniones con las personas que son parte de las comunidades que están relacionadas con la zona de estudio y poder generar información adicional sobre el desarrollo histórico del recurso hídrico.
- Una vez conocida la zona se procede a seleccionar los puntos de monitoreo, tomando como consideración una muestra en una zona donde no se genere ningún impacto aparente y otras muestras donde exista algún o algunos impactos visibles.
- Como punto final ya designados los sitios de monitoreo se recomienda que estos sean nombrados y numerados. Toda esta información será de importancia al momento de almacenar la información (Buñay, 2016, p. 39).

#### 1.2.4.3. *Parámetros para tomar en cuenta en el monitoreo*

- Ubicación y frecuencia de la toma de muestras
- Métodos y equipos de análisis y toma de muestras
- Calendarios de toma de muestras
- Requisitos relativos a la documentación y la gestión de información
- Requisitos relativos a la presentación de informes y la comunicación de resultados

### 1.2.5. *Indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua*

#### 1.2.5.1. *pH*

El potencial de actividad del ion hidrógeno, o pH, indica el grado de acidez o alcalinidad del agua. Es una de las pruebas más importantes en calidad de agua. Un agua “neutra” tiene un valor de pH 7. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9 (Barrenechea, 2004, pp. 3-55).

#### 1.2.5.2. *Turbiedad*

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas

coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado (Barrenechea, 2004, pp. 3-55).

#### 1.2.5.3. *Sólidos suspendidos totales*

Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua. Equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103–105 °C (Barrenechea, 2004, pp. 3-55).

#### 1.2.5.4. *Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*

Corresponde a la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia. Se expresa en mg/L. Esta demanda es ejercida por las sustancias carbonadas, las nitrogenadas y ciertos compuestos químicos reductores (Barrenechea, 2004, pp. 3-55).

#### 1.2.5.5. *Demanda Química de Oxígeno (DQO)*

Equivale a la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin la intervención de los organismos vivos. La eliminación de la materia orgánica se lleva a cabo mediante la coagulación-floculación, la sedimentación y la filtración. Sin embargo, cuando la fuente de agua cruda tiene una carga orgánica y bacteriana muy grande (caso en el que la DBO5 puede alcanzar valores muy altos), será necesaria una precloración, que debe constituirse en un proceso adecuadamente controlado (Barrenechea, 2004, pp. 3-55).

### **1.2.6. *Indicadores biológicos de la calidad del agua***

#### 1.2.6.1. *Coliformes fecales*

Se sabe que la contaminación fecal del agua está relacionada con la transmisión de agentes patógenos por el agua. Se denomina coliformes fecales a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal; estos coliformes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos (Aurazo, 2004, pp. 59-97).

### 1.2.6.2. *Coliformes totales*

Los coliformes totales se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas. Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal (Aurazo, 2004, pp. 59-97).

### 1.2.7. *Análisis de la calidad del agua*

La calidad del agua se define por las características físicas, químicas, biológicas, microbiológicas y radiológicas que se evalúan a través del análisis de diversos parámetros cuyos resultados se comparan con valores de referencia que dependen del uso, aprovechamiento del agua y de la conservación de los ecosistemas (OMS, 2006, p.1).

El uso y aprovechamiento del agua están reconocidos en la Constitución de la República del Ecuador (2008) y la LORHUyA (2014) se priorizaron para cumplir con los objetivos y principios nacionales de equidad, derechos de la naturaleza y derecho humano al agua. La principal prioridad para el uso del agua es para consumo humano, soberanía alimentaria, caudales ecológicos; y, para el aprovechamiento riego para producción agropecuaria, acuicultura, agroindustria de exportación; y, actividades turísticas, generación de hidroelectricidad y energía hidrotérmica. Cada uno de estos usos y aprovechamientos requieren una calidad del agua específica para que el recurso hídrico disponible cumpla sus funciones y fines (ENCA, 2016, pp. 1-97).

#### 1.2.7.1. *Índice de la calidad del agua*

El ICA es una herramienta simple y multidimensional para la evaluación del recurso hídrico, fundamental en procesos decisorios de políticas públicas, actividades de producción y el seguimiento de sus impactos. En términos simples, es un índice dado por un valor único, un rango, una descripción verbal o incluso un color, resultado del análisis cuali-cuantitativo de las mediciones integradas de un conjunto de diversos parámetros, representativos y específicos, que describen holísticamente las condiciones y características del cuerpo de agua, permitiendo además la comparación entre su estado natural o anterior y el actual (García et al, 2021, pp. 115-126).

Los ICAs permiten mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua, y una fácil interpretación de los datos. Igualmente posibilitan la identificación de tendencias de la calidad del agua en áreas problemáticas mejorando la comunicación con el público y aumentando su conciencia. Además, ayudan en la definición de prioridades con fines de gestión. Sin embargo,

presentan limitaciones, puesto que no proporcionan información completa sobre la calidad del agua y no pueden evaluar todos los riesgos presentes. Asimismo, pueden llegar a ser subjetivos y sesgados en su formulación y no son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra (García et al, 2021, pp. 115-126).

A pesar de que existen diferentes ICAs en todas las regiones del mundo, en Ecuador ha preponderado el uso del INSF (Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento), como ejemplos se citan algunos casos de estudio. Estudio técnico de la subcuenca del Río Coca (SENAGUA, 2012); estudio de calidad de agua superficial en la cuenca del Río Mira (Altamirano, 2013); evaluación de la calidad del agua en el Río Portoviejo (Quiroz et al., 2017) y la determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador (García et al, 2021, pp. 115-126).

#### 1.2.7.2. Usos de los índices

La utilización de los índices se puede generar para los siguientes casos:

- Manejo del recurso: puede facilitar información a las diferentes personas, para que estas puedan tomar decisiones de importancia para el recurso.
- Clasificación de Áreas: ayuda a la comparación de los diferentes estados del recurso agua sobre diferentes puntos geológicos.
- Aplicación de normatividad: permite la comparación de los niveles de contaminación con la normativa ambiental vigente, para determinar si está sobrepasando los límites permisibles.
- Análisis de la tendencia: la realización del índice cada cierto periodo de tiempo permite mostrar si la calidad del agua está mejorando o empeorando.
- Información pública: el uso de los índices y su difusión pueden generar concientización ambiental sobre las personas.
- Investigación Científica: el uso de índices sirve de ayuda ya que simplifica numerosos datos para que se puedan analizar de manera más sencillas (Buñay, 2016, p. 40).

#### 1.2.7.3. Índice de calidad NSF

El índice de Calidad de Agua “Water Quality Index” (WQI), fue desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, por medio del uso de la técnica de investigación Delphi de la “Rand Corporation’s”

Para calcular el índice de calidad del agua agregado, se usa una suma lineal ponderada de los subíndices o una función de agregación del producto ponderado. El NSF usó una suma lineal ponderada. El resultado de su aplicación debe ser un número entre 0 y 100, donde 0 representa la calidad de agua muy pobre y 100 representa la calidad de agua excelente. Esto encaja con el

concepto del público general de valoraciones. La primera ecuación del índice fue un promedio geométrico ponderado:

$$WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i$$

Donde:

WQI: Índice de Calidad de Agua

SI<sub>i</sub>: Subíndice del Parámetro i

W<sub>i</sub>: Factor de Ponderación para el Subíndice i

Bajo este concepto se definió una escala de clasificación en donde cada color representa un rango de calidad de agua:

**Tabla 2-1:** Rango de calidad de agua

<b>Excelente: 91 - 100</b>
<b>Buena: 71 - 90</b>
<b>Media: 51 - 70</b>
<b>Mala: 26 - 50</b>
<b>Muy mala: 0 - 25</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

Las aguas que poseen un WQI mayor a 90 son aguas capaces de albergar una alta diversidad de vida acuática, siendo aceptable para todas las especies que estén en contacto con la misma.

Las aguas que poseen un WQI Media son por lo general aguas que poseen menos diversidad de vida acuática y se da la presencia del crecimiento de algas.

Las aguas que poseen un WQI de carácter (mala) pueden albergar una baja cantidad de vida acuática ya que se observa la presencia de contaminación.

Las aguas que poseen un WQI de carácter (muy mala) pueden albergar una porción limitada de vida acuática, esta agua presenta numerosos problemas y se la cataloga no aceptable para las actividades que tienen que ver con su contacto (Buñay, 2016, p. 42).

#### 1.2.7.4. Índice de león



Este sistema indicador de la calidad del agua agrupa las variables contaminantes más representativas dentro de un marco unificado. Adapta y modifica un modelo propuesto en la literatura, por medio de la implementación del método Delphi.

La evaluación numérica de ICA, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos, obteniéndose a partir de una media geométrica:

$$ICA = \prod_{i=1}^n [Q_i^{W_i}]$$

Donde  $W_i$  son los pesos específicos asignados a cada parámetro (i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.  $Q_i$  es la calidad del parámetro (i), en función de su concentración y cuya calificación oscila entre 0 y 100,  $PI$  representa la operación multiplicativa de las variables  $Q$  elevadas a la  $W$ .

Finalmente, el ICA que arroja la ecuación es un número entre 0 y 100 a partir del cual y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación y su clasificación.

La tabla 3-1 muestra las unidades de los variables y los valores de los pesos específicos ( $W_i$ ) considerados en la expresión previa.

**Tabla 3-1.: Pesos específicos de las variables del índice de león**

<b>Variable (Símbolo; Unidades)</b>	<b>Valor de W</b>
Oxígeno Disuelto (OD% Sat.)	0.103
Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO mg/l)	0.096
Demanda Química de Oxígeno (DQO mg/l)	0.053
Grado Acidez/Alcalinidad (pH )	0.063
Sólidos Suspendidos (SST mg/l)	0.033
Coliformes Totales (ColiT#/100 ml)	0.083
Coliformes Fecales (ColiF#/100 ml)	0.143
Nitratos (NO <sub>3</sub> mg/l)	0.053
Amonio (NH <sub>3</sub> mg/l)	0.043
Fosfatos (PO <sub>4</sub> mg/l)	0.073
Fenoles (µg/l)	0.033
Diferencia de Temperatura (DT°C)	0.043
Alcalinidad como CaCO <sub>3</sub> (AlcT mg/l)	0.055
Dureza como CaCO <sub>3</sub> (DurT mg/l)	0.058

Cloruros (Clor mg/l)	0.068
----------------------	-------

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

Asociado al valor numérico del ICA se definen 6 rangos de estado de calidad del agua:

- o *Excelente:* *E*
- o *Aceptable:* *A*
- o *Levemente Contaminada:* *LC*
- o *Contaminada:* *C*
- o *Fuertemente Contaminada:* *FC*
- o *Excesivamente Contaminada* *EC*

En función de esta clasificación y dependiendo del uso al que se destina el agua indicándose las medidas o límites aconsejables, se establecieron los criterios de usos como: agua potable, agricultura, pesca, industria y recreativo. A continuación, se presenta la escala para uso recreativo:

#### Uso Recreativo

- 70-100 E - Cualquier tipo de deporte acuático.
- 50-70 A - Restringir los deportes de inmersión, precaución si se ingiere dada la posibilidad de presencia de bacterias.
- 40-50 LC - Dudosa para contacto con el agua.
- 30-40 C - Evitar contacto, sólo con lanchas.
- 20-30 FC - Contaminación visible, evitar cercanía.
- 0-20 EC - Inaceptable para recreación.

#### **1.2.8. Revisión ambiental inicial**

La posición actual de una organización con respecto al medio ambiente se puede establecer por medio de una revisión ambiental inicial. El objetivo de esta revisión debería ser considerar los aspectos ambientales de las actividades, productos o servicios de la organización. La RAI es una valiosa herramienta de gestión ambiental que permite conocer en forma objetiva la posición actual de una organización con respecto al medio ambiente, lo que la convierte en un elemento primario o punto de partida para el establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental (Zhicay, 2018, pp. 5-98).

De acuerdo con Zhicay (2018, pp. 5-98), la revisión abarca las cuatro áreas fundamentales siguientes:

- Las actuales prácticas de gestión ambiental existentes en la organización

- Un análisis de los procesos, productos, actividades, instalaciones desde el punto de vista de su posible interacción con el medio ambiente (impactos y aspectos ambientales) con una evaluación del grado de significación de los mismos.
  - Un análisis de posibles accidentes e incidentes ambientales previos que hayan tenido lugar en la instalación.
  - Un análisis de toda la legislación y normativa ambiental que le sea de aplicación a la empresa.
- Para la realización de la RAI se debe tener en cuenta las diferentes fases o etapas que permiten un desarrollo armónico y adecuado estas son:

**Tabla 4-1:** Fases para realizar una Revisión Ambiental Inicial

<b>Fases</b>	<b>Desarrollo</b>
Fase previa o pre-revisión	En esta fase se realiza un recorrido general por las diferentes áreas de la empresa y se identifican de primera instancia los procesos productivos o de servicios en los diferentes medios (agua, suelo, aire, sonoro, etc.) que afectan a nivel local, comunitario, territoriales o nacionales.
Fase de Gabinete	Analiza la situación en términos teóricos, en ella se recopilan, revisan y analizan todos los documentos existentes en la empresa, con el objetivo de conocer sus antecedentes tales como: licencia de apertura y puesta en marcha, inspecciones, documentos de control y seguimiento, planos de la instalación, diagramas de flujo.
Fase de Campo	Consiste en visitar la empresa con el fin de localizar los focos de emisión de contaminación, seleccionar las muestras y realizar los análisis, si son previstos según corresponda. Determinar cuáles son los problemas técnicos que impactan sobre el medio ambiente derivado del proceso de producción y/o de servicios y en función de ello, esbozar las líneas de actuación más adecuada para desarrollar las acciones necesarias.
Fase de elaboración de informe	Sintetiza y recoge las sugerencias y oportunidades de mejoras para cada una de las revisiones parciales realizadas. Presenta el informe con las conclusiones y recomendaciones. Esta revisión es el punto de referencia por cuanto, otorga información sobre emisiones, desechos, problemas ambientales potenciales, asuntos de salud, sistemas de gestión existentes, leyes y regulaciones relevantes. En la práctica se refiere a la planificación e información de los resultados.

Fase de Resultados	Los resultados de la revisión se pueden usar para ayudar a la organización a establecer el alcance de su sistema de gestión ambiental, desarrollar o mejorar su política ambiental, establecer sus objetivos y metas ambientales y determinar la eficacia de su enfoque para continuar cumpliendo los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba.
--------------------	--

Fuente: Zhicay, 2018, p.29.

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

### 1.3. Base legal

#### 1.3.1. Constitución de la República del Ecuador

En el Título II, Capítulo segundo, derechos del buen vivir, corresponde a la sección primera de Agua y alimentación, en el artículo 12 se refiere a:

“**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el título II, Capítulo segundo, derechos del buen vivir, corresponde a la sección segunda de ambiente sano, en el artículo 14 y 15 se refiere a:

“**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

“**Art. 15.-** El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el título II, que corresponde al capítulo sexto, derechos de libertad, en el artículo 66 se refiere a:

“**Art. 66.-** Se reconoce y garantizará a las personas: El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el título V, Capítulo cuarto, que corresponde al régimen de competencias, en el artículo 264 se refiere a:

“**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el Título VI, Régimen de desarrollo, Capítulo primero, corresponde a los principios generales, en el artículo 276 se refiere a:

“**Art. 276.-** El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el Título VI, Régimen de desarrollo, corresponde al capítulo quinto de los sectores estratégicos, servicios y empresas públicas, en los artículos 314 y 318 se refieren a:

“**Art. 318.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el Título VII, Régimen del buen vivir, corresponde al capítulo segundo de la Biodiversidad y recursos naturales en el artículo 396 se refiere a:

“**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas (...)” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el Título VII, Régimen del buen vivir, corresponde a la sección sexta del agua, en los artículos 411 y 412 se refieren a:

“**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará

toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

### **1.3.2. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua**

De acuerdo con el Título II, Recursos Hídricos, corresponde al capítulo 1, en el artículo 12 y 18 que se refiere a:

“**Art. 12.-** Protección, recuperación y conservación de fuentes. Las competencias son:

(...) o) El estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable juntas de riego, los consumidores y usuarios corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua (...)” (Barrezueta, 2014).

“**Art 18.-** Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son:

(...) o) Asegurar la protección, conservación, manejo integrado y aprovechamiento sustentable de las reservas de aguas superficiales y subterráneas (...)” (Barrezueta, 2014).

De acuerdo con el Título II, Recursos Hídricos, corresponde al capítulo II, Institucionalidad y gestión de los recursos hídricos, en el artículo 21 que se refiere a:

“**Art 21.-** Agencia y Regulación y Control del Agua. La agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA).

(...) o) La agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos Hídricos de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes (...)” (Barrezueta, 2014).

De acuerdo con el Título IV, Aprovechamiento del Agua, corresponde al capítulo I, De los tipos de aprovechamiento productivo, en el artículo 115 que se refiere a:

“**Art. 115.-** Aprovechamiento turístico del agua. El agua utilizada en actividades turísticas recreacionales permanentes deberá contar con la autorización de aprovechamiento productivo otorgado por la Autoridad Única del Agua, de conformidad con los requisitos, condiciones y procedimientos establecidos en esta Ley y su Reglamento. Al efecto, la Autoridad Única del Agua coordinará con la Autoridad Nacional de Turismo” (Barrezueta, 2014).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.2. Descripción del área de estudio

Para el establecimiento de la línea base se consideró un cuerpo de agua cuya área de influencia se denote un impacto dado por las actividades turísticas de la zona que pueda estar afectando el ecosistema acuático de la misma.

#### 2.3. Selección de los puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo fueron seleccionados mediante un análisis de los factores causantes de un impacto negativo en el lugar de estudio. Dado que en la laguna de Yambo se ha visualizado un incremento del turismo a gran nivel se buscó una relación turismo-impacto. Basándose en esta premisa se tomaron 3 puntos de la laguna, el primer punto se tomó en la parte inicial de la laguna (zona en donde existe más afluencia turística), el segundo punto fue tomado en la zona media de la laguna y por último el tercer punto fue tomado al final de la laguna. Todos los puntos se georreferenciaron mediante el uso de la herramienta GPS.

#### 2.4. Caracterización físico – química y microbiológica

El muestreo de agua se realizó mediante un muestreo puntual en cada punto de monitoreo. Se realizaron 3 monitoreos cada 3-4 meses, esto con el fin de verificar si existe o no un deterioro en la calidad del agua a lo largo de un intervalo de tiempo prolongado.

De acuerdo con el protocolo de muestreo y conservación de muestras Standard Methods 1060 para parámetros físico-químicos y Standard Methods 9010 para análisis microbiológico, se tomó 2L de agua en botellas de vidrio ámbar para el análisis físico-químico (fosfatos, nitratos, DBO5, turbidez), y 100 mL de agua en un frasco estéril para el análisis microbiológico (coliformes fecales), consecutivamente se trasladaron las muestras en un cooler con bolsas de gel refrigerante para su posterior análisis.

Para la obtención de los resultados de cada parámetro se emplearon diferentes métodos de ensayo detallados a continuación:

**Tabla 1-2:** Métodos de ensayo empleados para la determinación de los parámetros físico – químicos y microbiológicos

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS
pH	Standard Methods No. 4500-H-B
Conductividad	Standard Methods No. 2510-B
Turbiedad	Standard Methods No. 2130-B
Demanda Química de Oxígeno	Standard Methods No. 5220-D
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Standard Methods No. 5210-B
Sólidos Suspendidos	Standard Methods No. 2540-D
Sólidos Disueltos Totales	Standard Methods No. 2540-B

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

## 2.5. Evaluación de los puntos de monitoreo mediante el índice NSF

El cálculo de este índice se usó el software Icatost v1.0.0.44 en donde se insertarán los valores de cada variable con sus respectivas unidades, de esta manera calcula el valor de calidad del agua para cada parámetro de acuerdo con las curvas diseñadas para obtener este valor, y finalmente muestra el resultado calculado multiplicando la ponderación de cada parámetro con su índice respectivo y se interpreta de acuerdo con la tabla que presenta los distintos criterios de calidad del agua.

**Tabla 2-2:** Ponderaciones para parámetros propuestas por el índice NSF

PARÁMETRO	PONDERACIÓN
Coliformes Fecales	0,16
pH	0,11
DBO	0,11
Temperatura	0,10
Turbiedad	0,08
Sólidos Disueltos Totales	0,07

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

## 2.6. Evaluación de los puntos de monitoreo mediante el índice de León

Para el cálculo de este índice se usó el software Icatost v1.0.0.44 en el cual se colocaron los valores de cada parámetro para cada punto de muestreo obteniendo el índice de calidad de agua de tal



manera que se hace el uso de los pesos específicos ponderados interpretados de acuerdo con la tabla y los parámetros medidos.

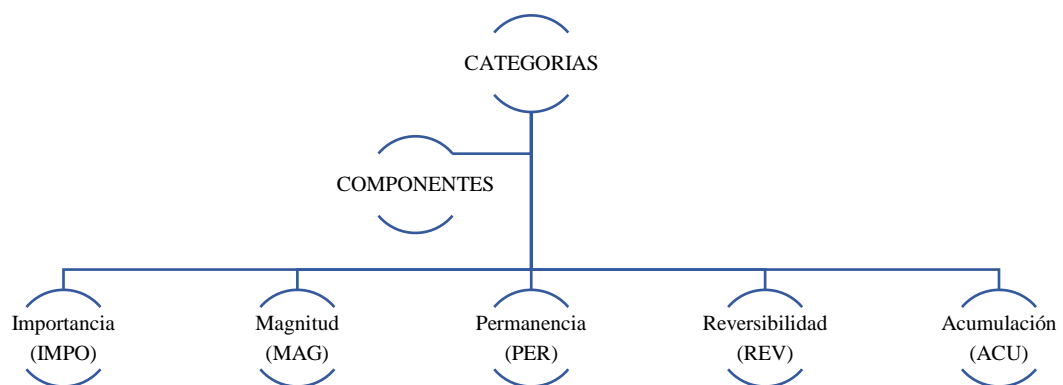
**Tabla 3-2:** Pesos específicos de las variables

Variable	Unidades	Valor de W
Demanda Bioquímica Oxígeno	DBO mg/l	0.096
Demanda Química de Oxígeno	DQO mg/l	0.053
pH	---	0.063
Sólidos Suspendidos	SST mg/l	0.033
Coliformes Totales	ColiT#/100 ml	0.083
Coliformes Fecales	ColiF#/100 ml	0.143
Diferencia de Temperatura	DT°C	0.043

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

## 2.7. Evaluación de los impactos ambientales

### 2.7.1. Etapas de matriz de evaluación de impactos rápida (RIAM)



**Ilustración 1-2:** Matriz de evaluación de impactos

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

El proceso de evaluación de RIAM se enfocó en cuatro categorías de componentes ambientales, que se definen como:

- Físico / químico (**PC**)
- Biológico / ecológico (**BE**)
- Socio / cultural (**SC**)
- Económico / operacional (**EO**)

Así mismo, hay dos criterios importantes para evaluar por RIAM:

**(A)** Criterios que son importantes para la condición, y que puede cambiar individualmente el puntaje obtenido.

**(B)** Criterios que son valiosos para la situación, pero individualmente no debería ser capaz de cambiar el puntaje obtenido

El sistema de puntaje requiere una simple multiplicación de los puntajes dados para cada uno de los criterios en el grupo (A). Los puntajes para el valor del criterio del grupo (B) son sumados conjuntamente para proveer una suma simple. Esto asegura que los valores de los puntajes individuales no puedan influenciar el puntaje total, pero que la importancia colectiva de todos los valores del grupo (B). La suma de los puntajes del grupo (B) se multiplican por el resultado de los puntajes del grupo (A) para proveer un puntaje de evaluación final (ES) para la condición. El proceso puede ser expresado en la ecuación:

$$(A1) * (A2) = AT$$

$$(B1) + (B2) + (B3) = BT$$

$$(AT) * (BT) = ES$$

**Donde:**

**(A1)** y **(A2)** son puntuaciones de criterios individuales para el grupo **(A)**; **(B1)**, **(B2)** y **(B3)** son puntuaciones de criterios individuales para grupo **(B)**; **AT** es el resultado de la multiplicación de todas las puntuaciones de (A); **BT** es el resultado de la suma de todos los puntajes **(B)** y **ES**, es el puntaje ambiental de la condición de **AT\*BT** (Zhicay, 2018, p. 5-98). Los juicios de cada componente se hacen de acuerdo con los criterios y escalas que se muestran en Tabla 5-2. Para comenzar el proceso de evaluación, donde las columnas representan las categorías utilizadas y las filas representan componentes ambientales que se han elegido, y dentro de cada celda se establecen

los puntajes del criterio individual. Utilizando fórmulas presentadas en las ecuaciones antes mencionadas

### 2.7.2. Criterios de selección de componentes

Los componentes fueron seleccionados en base a revisión bibliográfica y visitas de campo eligiendo los componentes de acuerdo con la influencia de impactos que tienen en el lugar de estudio. Para realizar la evaluación se consideraron los siguientes componentes:

**Tabla 4-2:** Categorías y componentes para realizar la RIAM

CATEGORIAS	COMPONENTES
<b>FÍSICO – QUÍMICOS</b>	Contaminación de aire y gases de emisión
	Contaminación de agua superficial
	Contaminación de agua subterránea
	Generación de ruido
	Cambio de topografía y paisaje
	Calidad y fertilidad del suelo
<b>BIOLÓGICO – ECOLÓGICO</b>	Alteración de flora y fauna
	Biodiversidad
<b>SOCIO – CULTURAL</b>	Cambios estéticos
	Turismo
	Empleabilidad
<b>ECONÓMICO – OPERACIONAL</b>	Necesidad de un experto para su operación
	Necesidad de energía
	Necesidad de suelo para su establecimiento
	Necesidad de agua
	Costos de inversión

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

**Tabla 5-2:** Criterios de evaluación del RIAM

Criterios de evaluación		
Criterio	Escala	Descripción
A1: Importancia de la condición	4	Importante para interés nacionales/ internacionales.
	3	Importante para intereses regionales/nacionales.

	2	Importante para áreas inmediatamente fuera de la condición local.
	1	Importante solamente para condición local.
	0	Sin importancia
A2: Magnitud de Cambio/Efecto	+3	Beneficio positivo mayor
	+2	Mejora significativa al estado actual
	+1	Mejora del estado actual
	0	Sin cambios/estado actual
	-1	Cambio negativo al estado actual
	-2	Desventaja o cambio negativo significativo
	-3	Desventaja o cambio mayor
B1: Permanencia	1	Sin cambios/ no aplica
	2	Temporal
	3	Permanente
B2: Reversibilidad	1	Sin cambios / no aplica
	2	Reversible
	3	Irreversible
B3: Acumulativo	1	Sin cambios / no aplica
	2	No acumulativo / simple
	3	Acumulativo / sinérgico

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

**Tabla 6-2:** Conversión de resultados ambientales a bandas de rango

Conversión de ES a bandas de rango			
Puntaje Ambiental	Bandas de Rango	Valor de Rango Numérico	Descripción de bandas de rango
+72 a +108	<b>+E</b>	5	Gran impacto positivo
+36 a +71	<b>+D</b>	4	Impacto positivo significativo
+19 a + 35	<b>+C</b>	3	Impacto positivo moderado
+10 a +18	<b>+B</b>	2	Impacto positivo
+1 a +9	<b>+A</b>	1	Impacto positivo leve
0	<b>N</b>	0	No cambios
-1 a -9	<b>-A</b>	-1	Impacto negativo leve
-10 a -18	<b>-B</b>	-2	Impacto negativo
-19 a -35	<b>-C</b>	-3	Impacto negativo moderado

-36 a -71	<b>-D</b>	-4	Impacto negativo significativo
-72 a -108	<b>-E</b>	-5	Gran impacto negativo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

Para elegir la mejor alternativa de las antes presentadas, los resultados totales obtenidos de cada componente y clase se interpreta con el rango numérico que se da en la tabla 6-2.

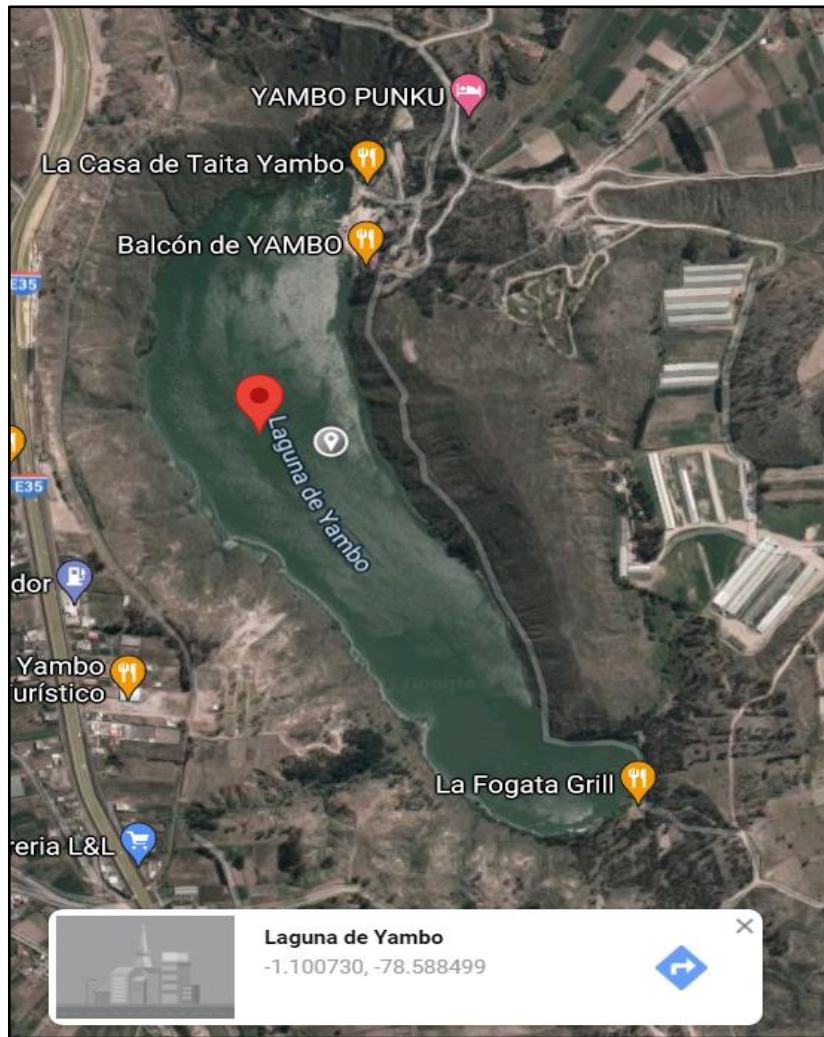
## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.2. Caracterización del lugar

La laguna de Yambo está ubicada a 6.5 km al sur de la cabecera cantonal, en una depresión junto a la vía panamericana; técnicamente se encuentra registrada en el inventario de recursos turísticos de la provincia de Cotopaxi establecido en 2015 como sitio natural dentro del subtipo de ambientes lacustres. Su abastecimiento se da principalmente de vertientes ubicadas al norte y occidente de la misma. Cuenta con una extensión de 1256 m de largo y 290 m de ancho, con una profundidad máxima de 35 m. La temperatura del agua oscila entre los 8 y 21°C misma que se puede visualizar de color verde amarillento debido a la alta presencia de algas, lo que genera altos niveles de eutrofización, haciendo que el agua sea turbia debido a que tiene altos niveles de minerales disueltos y no existe circulación del agua.

La vegetación que domina en la zona pertenece al ecosistema denominado tundra, de clima seco y especies de la zona como chilca (*Baccharis latifolia*), cactus, molle (*Schinus molle*), puyamatas, eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), cabuyas (*Agave milifera*), y plantas de los páramos secos andinos además de la totora que se encuentra en las orillas de la laguna. En cuanto a la fauna en la laguna existen especies de pececillos como la garra rufa y carpa, y en el contorno de la laguna anidan patos andinos, garzas, patillos, perdices y otras especies de aves tanto de la zona como migratorias, respecto a estas últimas en la laguna se ha registrado un gran número de individuos, constituyéndose en un humedal con gran densidad de aves acuáticas que alcanza un total de 17 especies, las cuales se encuentran formando parte del listado de 44 especies de aves registradas en el censo neo tropical de aves acuáticas.



**Ilustración 1-3:** Ubicación de la laguna de Yambo

Fuente: Google Maps

### 3.2.1. *Puntos de monitoreo*

Como ya se estableció, los puntos de monitoreo fueron elegidos en base a la relación impacto-turismo definiendo de esta forma tres puntos distintos en base al flujo de visitantes de la laguna.

#### 3.2.1.1. *Punto LY-01*

El primer punto de muestreo fue tomado en la parte inicial norte de la laguna, en este punto es donde se encuentra el mayor flujo de turistas. Cerca de dicho punto se encuentran restaurantes, comercios y servicios de botes, se estima que en este punto existe una baja calidad de agua la misma que será determinada mediante los índices NSF y de León.

### 3.2.1.2. Punto LY-02

Este punto está situado en la parte central de la laguna a aproximadamente 500 metros de los principales comercios del lugar. Bajo el criterio de turismo – impacto se espera que en este punto se encuentre un leve impacto de calidad del agua ya que aquí lo que puede ocasionar un impacto significativo son los paseos en bote ya que es la única actividad que se lleva a cabo ahí. Los ICA´s aplicados en este punto serán NSF y el ICA de León

### 3.2.1.3. Punto LY-03

El tercer punto se encuentra situado al final de la laguna hacia la parte sur del lugar. Aquí aún no se encuentran gran cantidad de actividades a diferencia del otro extremo de la laguna. En este punto de la laguna la calidad del agua puede considerarse incierta ya que al momento de realizar el primer muestreo en este punto no se realizaba ningún tipo de actividad (incluso el acceso en bote era difícil por lo que los botes preferían no llegar hasta ese lugar) sin embargo, al momento de realizar el segundo y tercer muestreo ya se desarrollaban actividades como hospedaje, paseo en bote, entre otros. Para poder establecer la calidad del agua en este punto se usarán los índices NSF y el ICA de León

**Tabla 1-3:** Determinación de los puntos de monitoreo de la Laguna de Yambo

<b>Laguna</b>	<b>Puntos de Muestreo</b>	<b>Coordenadas (Proyección WGS84)</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Laguna de Yambo	LY-01	0768384	9878660
	LY-02	0768184	9878215
	LY-03	0768658	9877680

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



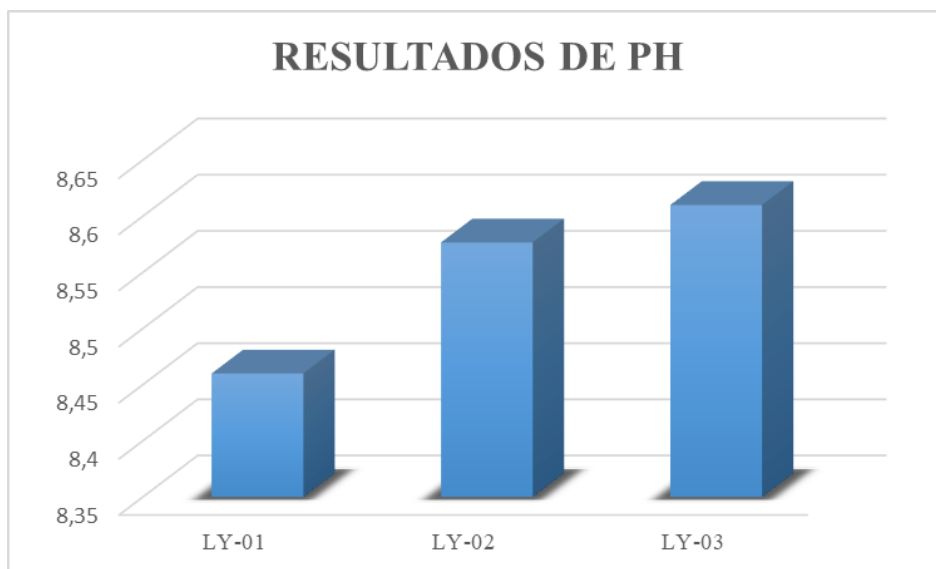
### 3.3. Resultados y discusión de resultados

#### 3.3.1. pH

**Tabla 2-3:** Resultados del pH promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADOS DE PH PROMEDIO					
Puntos de muestreo	Unidad	Fecha de Monitoreos			Promedio
		30/9/2021	5/2/2022	2/7/2022	
		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	
LY-01	Unidades de pH	8,41	8,51	8,46	8,46
LY-02	Unidades de pH	8,58	8,56	8,59	8,58
LY-03	Unidades de pH	8,56	8,66	8,61	8,61

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 2-3:** Variación de pH en los puntos de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 2-3 de la variación de pH, se establece que el agua de la laguna de Yambo tiende a ser alcalina, además se puede denotar un ligero aumento del pH en cada monitoreo, con valores promedio de 8,46 (Punto LY-01), 8,58 (Punto LY-02) y 8,61 (Punto LY-03). Estos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según la normativa ambiental ecuatoriana vigente, que establece valores entre 6,50 y 9,00 para cuerpos de agua utilizados con fines recreativos (Tulsma, 2015).

Muchos autores de algunas partes del mundo concuerdan con el rango entre 6 y 9 para este tipo de ecosistemas, además de ser valores similares a los reportados en un estudio realizado por (Díaz, 2019, pp. 2-72) en donde se realizó una caracterización del agua de la laguna de Yambo.

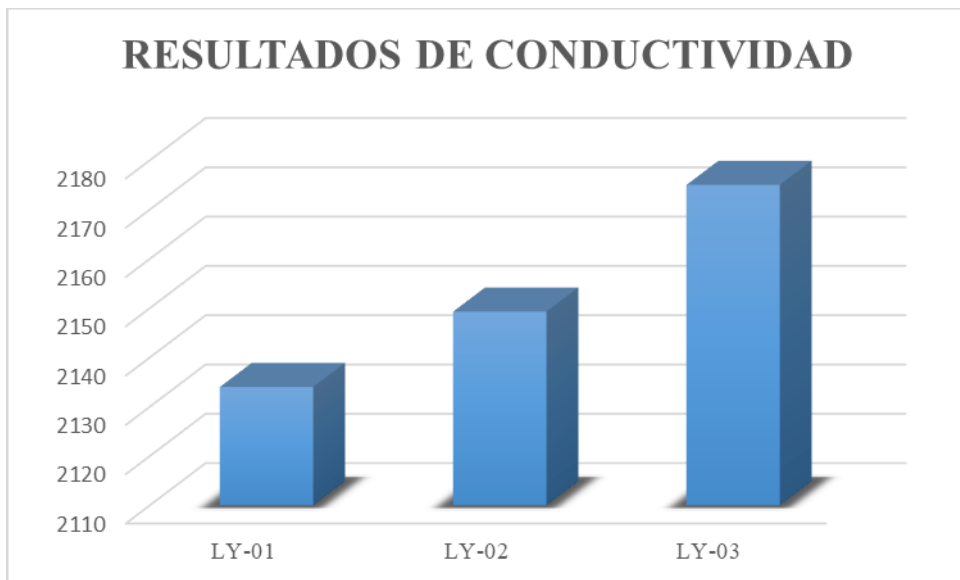
Estos valores pueden ser explicados posiblemente por el hecho de una alta actividad fotosintética, ya que en la laguna se encuentra una gran comunidad de algas (lo que le confiere su color verde azulado) lo que pudiera sobresaturar de oxígeno al sistema acuático provocando agotamiento de dióxido de carbono lo que según (Escobar et al, 2021, pp. 76-81) conlleva un aumento del pH del agua.

### 3.3.2. Conductividad

**Tabla 3-3 :** Resultados de conductividad promedio en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD PROMEDIO</b>					
<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fecha de Monitoreos</b>			<b>Promedio</b>
		<b>30/9/2021</b>	<b>5/2/2022</b>	<b>2/7/2022</b>	
		<b>Monitoreo 1</b>	<b>Monitoreo 2</b>	<b>Monitoreo 3</b>	
LY-01	μS/cm	2250	2002	2150	2134
LY-02	μS/cm	2240	2035	2173	2149,3
LY-03	μS/cm	2310	2045	2170	2175

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 3-3:** Variación de la conductividad promedio en los puntos de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 3-3 de la variación de la conductividad se puede observar un incremento en la conductividad del agua de la laguna con cada monitoreo, es decir que, con el paso del tiempo la conductividad de la laguna va aumentando.

En la conductividad eléctrica evaluada se observa los valores promedio para los distintos puntos de monitoreo, obteniendo que, para el punto LY-01 se tiene un valor de 2134  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; para el punto LY-02 se tiene un valor de 2149,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y para el punto LY-03 se tiene un valor de 2175  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los valores de los datos obtenidos indican que se trata de un agua con mineralización excesiva (conductividad eléctrica superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) por lo que no son aptas para consumo humano. Sin embargo, comparando estos valores con los establecidos en Tulsma (2015), se deduce que estos valores de conductividades se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para aguas de uso recreacionales.

En un estudio realizado por Díaz en 2019 titulado “Caracterización físico –química y bacteriológica de aguas de la laguna de Yambo de la zona central del Ecuador” se obtuvieron valores similares de conductividad eléctrica con valores que oscilaban entre 1800 y 2120  $\mu\text{S}/\text{cm}$  por lo que se puede determinar que los valores actualmente se encuentran ligeramente elevados con respecto a los valores obtenidos en este estudio.

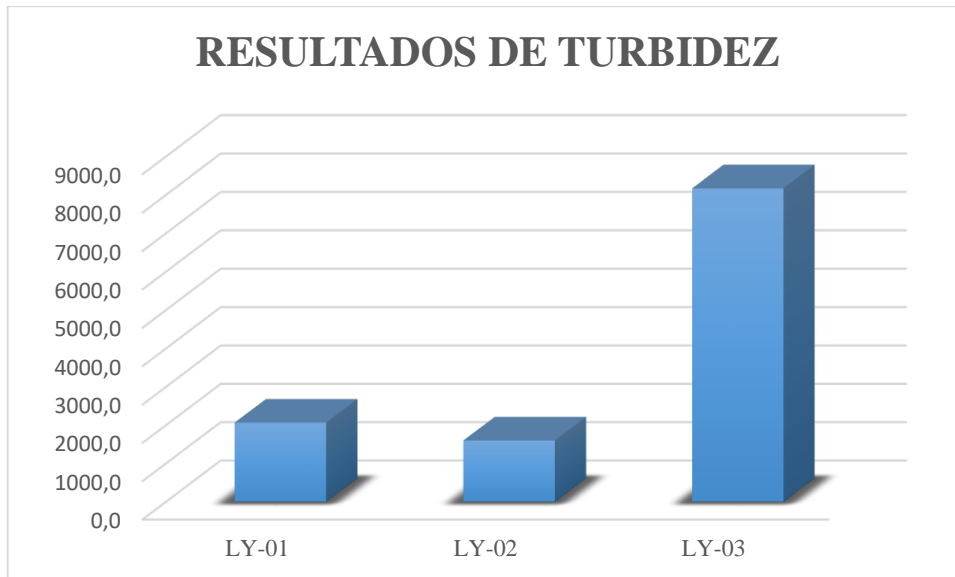
Los resultados obtenidos pueden indicar que existen procesos geoquímicos y geo microbiológicos dentro de la laguna y/o un problema de arrastre de sedimentos de las zonas aledañas.

### 3.3.3. *Turbidez*

**Tabla 4-3:** Resultados de turbidez promedio en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADOS DE TURBIDEZ PROMEDIO</b>					
<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fecha de Monitoreos</b>			<b>Promedio</b>
		<b>30/9/2021</b>	<b>5/2/2022</b>	<b>2/7/2022</b>	
		<b>Monitoreo 1</b>	<b>Monitoreo 2</b>	<b>Monitoreo 3</b>	
LY-01	NTU	11,5	11,2	11,4	11,4
LY-02	NTU	3,9	3,2	3,6	3,6
LY-03	NTU	18,6	18,4	18,3	18,4

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 4-3:** Variación de la turbidez promedio en los puntos de monitoreo

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 4-3 se puede visualizar la variación de la conductividad en los diferentes puntos de monitoreo obteniendo que, en promedio en el punto LY-01 se obtiene un valor de 11,4 NTU; en el punto LY-02 un valor de 3,6 NTU y por último en el punto LY-03 un valor de 18,4 NTU.

La turbidez en la laguna de Yambo esta estrechamente relacionada con la cantidad de algas presentes en el lugar, esto puede ocurrir debido a la capacidad fotosintética de la laguna y a la excesiva presencia de nutrientes, principalmente en las orillas de la misma, además de la estaticidad del agua; por lo que se establece que estos son los lugares con mas concentración de algas y asi se ve reflejado en los resultados obtenidos.

En el punto LY-01 y LY-03 se puede visualizar un alto nivel de turbidez lo que concuerda con lo mencionado anteriormente ya que dichos puntos se encuentra cerca de las orillas norte y sur de la laguna. Por otro lado el punto LY-02 se encuentra en la parte central de la laguna en donde no se visualizaba una gran cantidad de crecimiento algal.

En este sentido se puede establecer que existe un estado trófico considerable en la laguna por el nivel de turbidez ya que producto de las actividades antropogenicas desarrolladas alrededor de laguna pueden estar ocasionando un arrastre excesivo de nutrientes, lo que concuerda con la investigacion de Orquera y Cabrera (2020, pp. 99-111) titulada “Caracterización del estado trófico de la laguna de Yambo mediante análisis de fósforo” donde estableció que la laguna de Yambo contaba con un alto nivel de eutrofización y como consecuencia de esto existe un crecimiento acelerado de biomasa y por consiguiente la perdida de biodiversidad en la laguna.

#### 3.3.4. *Demanda química de oxígeno*

**Tabla 5-3 :** Resultados de DQO promedio en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADOS DE DQO PROMEDIO</b>					
<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fecha de Monitoreos</b>			<b>Promedio</b>
		<b>30/9/2021</b>	<b>5/2/2022</b>	<b>2/7/2022</b>	
		<b>Monitoreo 1</b>	<b>Monitoreo 2</b>	<b>Monitoreo 3</b>	
LY-01	mg/l	21,3	31	24,3	25,5
LY-02	mg/l	11	24	19	18,0
LY-03	mg/l	11,1	61	35,1	35,7

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 5-3:** Variación de DQO promedio en los puntos de monitoreo

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

La Ilustración 5-3 establece la variación de la demanda química de oxígeno en la laguna de Yambo con valores promedio para los puntos LY-01, LY-02 y LY-03 de 25,5, 18,0 y 35,7 mg/l respectivamente.

El valor promedio más alto obtenido es de 35,7 mg/l el cual en general es un valor bajo con referencia a aguas contaminadas en donde el valor de DQO excede los 100 mg/l. Los valores más altos registrados fueron en los puntos LY-01 y LY-03. En el punto LY-01 es donde existe una mayor concentración de turistas y comercios por lo que su valor puede ser justificado, por otro lado, en el punto LY-03 se registraron valores altos durante el segundo y tercer monitoreo esto se debe a que actualmente en el otro extremo de la laguna ya se desarrollan actividades los fines de semana como hospedaje, paseo en bote e incluso terapia con los peces de la laguna. Esto justifica los valores altos de estos monitoreos con respecto al primero. A pesar de los resultados en estos

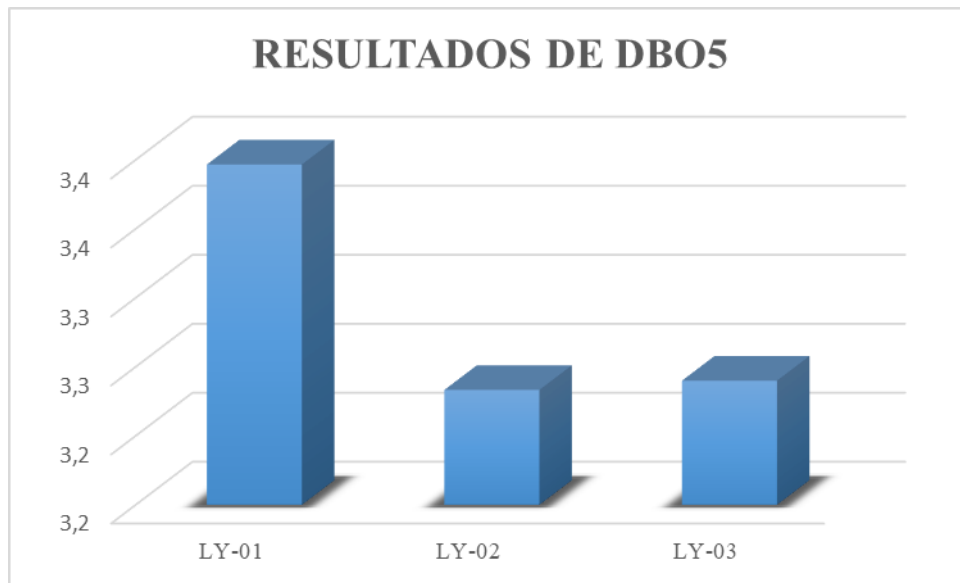
puntos no se consideran valores que reflejen una severa contaminación del agua, al contrario, son valores relativamente bajos que denotan que no existe gran contaminación en la laguna.

### 3.3.5. Demanda bioquímica de oxígeno

**Tabla 6-3:** Resultados de DBO<sub>5</sub> promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADOS PROMEDIO DE DBO5					
Puntos de muestreo	Unidad	Fecha de Monitoreos			Promedio
		30/9/2021	5/2/2022	2/7/2022	
		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	
LY-01	mg/l	4,44	2,3	3,45	3,4
LY-02	mg/l	3,3	3,2	3,2	3,2
LY-03	mg/l	2,78	3,7	3,24	3,2

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 6-3:** Variación de DBO<sub>5</sub> promedio en los puntos de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 6-3 se puede visualizar la variación promedio de DBO en los diferentes puntos de monitoreo. Estableciendo valores relativamente bajos, teniendo como valor mas alto el punto LY-01 con un valor promedio de 3,4 mg/l. Por otro lado en los puntos LY-02 y LY-03 se tiene un valor igual de 3,2 mg/l.

Los resultados obtenidos establecen que el punto mas alto registrado es en donde existe mayor flujo de turistas y comercios, es decir que es el lugar donde existe mayor carga de materia organica a comparación de los puntos LY-02 y LY-03, lo que coincide con los resultados obtenidos en la

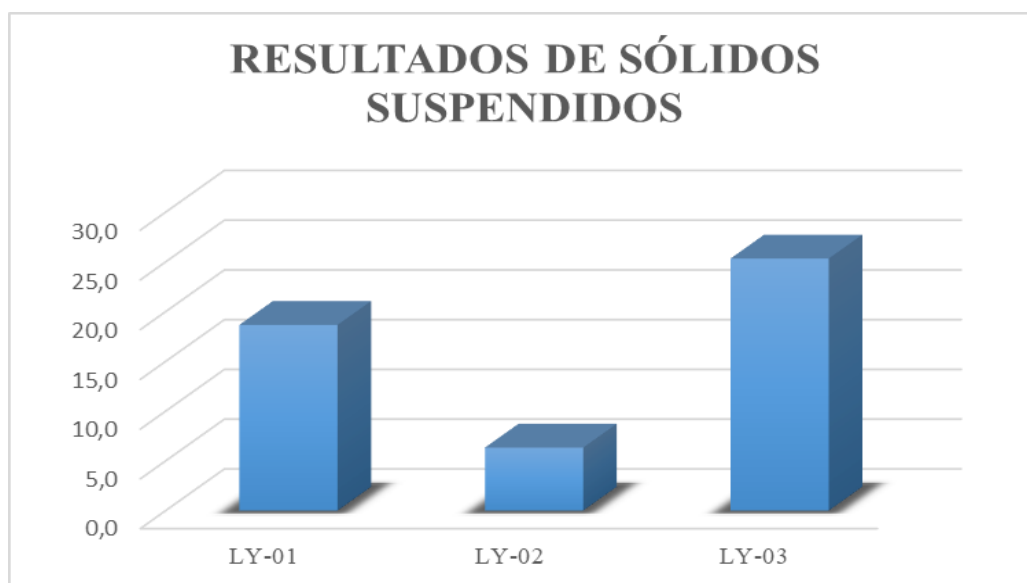
DQO. Sin embargo, los valores de DBO son muy bajos en comparación a cuerpos de agua contaminados, estos valores se encuentran dentro del rango 0-20 mg/l de DBO por lo que se establece a el agua como agua pura, es decir, no contaminada.

### 3.3.6. Sólidos suspendidos

**Tabla 7-3:** Resultados de sólidos suspendidos promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADOS PROMEDIO DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS					
Puntos de muestreo	Unidad	Fecha de Monitoreos			Promedio
		30/9/2021	5/2/2022	2/7/2022	
		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	
LY-01	mg/l	24	15	17	18,7
LY-02	mg/l	10	3	6	6,3
LY-03	mg/l	8	48	20	25,3

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 7-3:** Variación de sólidos suspendidos promedio en los puntos de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 7-3 se puede observar que en el punto LY-01 y LY-03 existe mayor concentración de sólidos suspendidos, esto concuerda con los resultados de turbidez obtenidos, esto se debe a que existe mayor concentración de nutrientes en las orillas de la laguna por lo que los resultados de sólidos suspendidos están estrechamente relacionados con las cantidades de algas presentes en la laguna. Es bajo este concepto que se justifica que en el punto LY-02 no existe mayor cantidad de sólidos en suspensión.

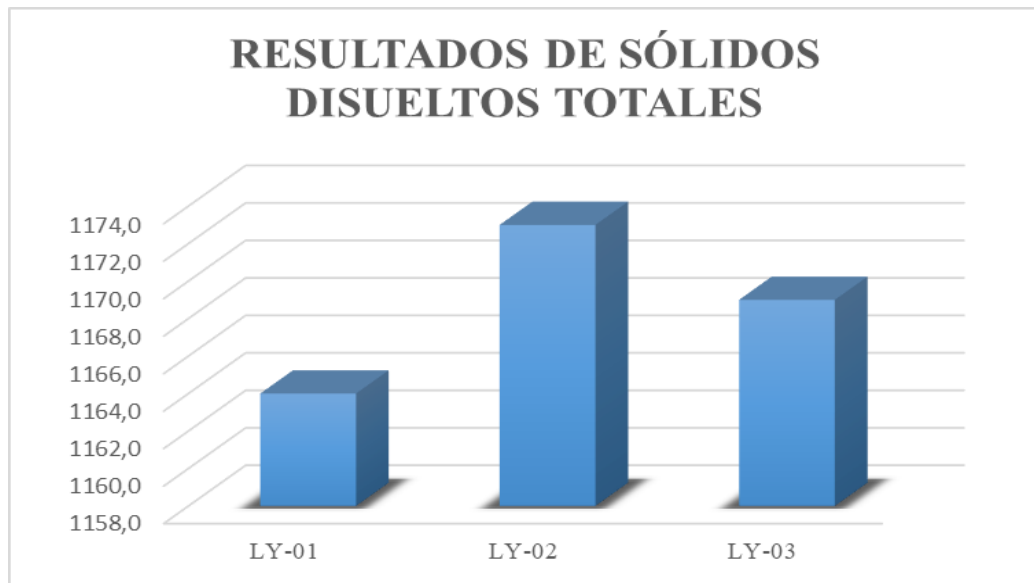
Según Ramirez y Viña (1998) si un cuerpo de agua sobrepasa los 150 mg/l de SST es considerado como contaminado. En este caso, los valores promedio obtenidos en los 3 puntos de muestreo sugieren que no existe contaminación en la laguna de Yambo ya que dichos valores se encuentran muy por debajo del valor límite.

### 3.3.7. Sólidos disueltos totales

**Tabla 8-3:** Resultados de sólidos disueltos totales promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADOS PROMEDIO DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES					
Puntos de muestreo	Unidad	Fecha de Monitoreos			Promedio
		30/9/2021	5/2/2022	2/7/2022	
		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	
LY-01	mg/l	1070	1220	1202	1164,0
LY-02	mg/l	1099	1240	1180	1173,0
LY-03	mg/l	1104	1233	1170	1169,0

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 8-3:** Variación de sólidos disueltos totales promedio en los puntos de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 8-3 se establecen los valores de sólidos disueltos totales en los distintos puntos de monitoreo. Obteniendo que el punto más alto registrado es el LY-02 obteniendo un valor de 1173 mg/l y por otro lado se obtuvieron valores similares en los puntos LY-01 y LY-03 con 1164 y 1169 mg/l respectivamente.



En la medición de sólidos disueltos totales se establece que dentro del rango de 900 – 1200 mg/l el agua se encuentra en un nivel pobre o no recomendable. Con los valores obtenidos de los diferentes puntos de monitoreo se establece que el agua de la laguna de Yambo se encuentra en un nivel pobre.

Estos resultados pueden deberse a la presencia de compuestos orgánicos o inorgánicos lo que concuerda con los resultados de turbidez y sólidos suspendidos ya que se puede interpretar que en este lugar existe gran presencia de sales y minerales. Además, un resultado elevado de sólidos disueltos puede deberse al arrastre de sales del ambiente por la lluvia y dado que los muestreos se realizaron en épocas lluviosas se puede concluir que este fue un factor influyente al momento de obtener los valores presentados en la tabla.

### 3.3.8. *Coliformes fecales*

**Tabla 9-3:** Resultados de coliformes fecales promedios en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADOS PROMEDIO DE COLIFORMES FECALES</b>				
<b>Puntos de muestreo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fecha de Monitoreos</b>		
		<b>30/9/2021</b>	<b>5/2/2022</b>	<b>2/7/2022</b>
		<b>Monitoreo 1</b>	<b>Monitoreo 2</b>	<b>Monitoreo 3</b>
LY-01	UFC/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
LY-02	UFC/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
LY-03	UFC/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

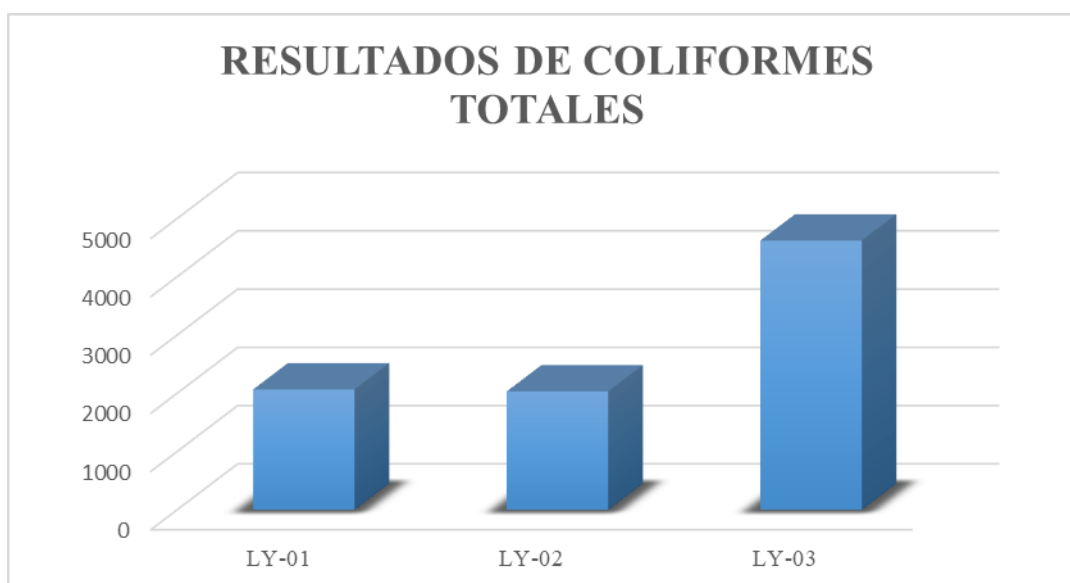
De acuerdo con los análisis realizados se estableció que en la laguna de Yambo no existe presencia de coliformes fecales, por lo que puede establecerse que en el lugar no existe descargas directas de aguas residuales, esto debido a que en el lugar existen pozos sépticos que captan las aguas residuales de los comercios que operan en el lugar. Además, también se puede determinar que no existe contaminación fecal de animales o ganado que se encuentre cerca de la laguna.

### 3.3.9. *Coliformes totales*

**Tabla 10-3:** Resultados de coliformes totales promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADOS PROMEDIO DE COLIFORMES TOTALES					
Puntos de muestreo	Unidad	Fecha de Monitoreos			Promedio
		30/9/2021	5/2/2022	2/7/2022	
		Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	
LY-01	NPM/100ml	2,3X10 <sup>3</sup>	2,1X10 <sup>3</sup>	1,8X10 <sup>3</sup>	2066,7
LY-02	NMP/100ml	3,3X10 <sup>3</sup>	8X10 <sup>2</sup>	2X10 <sup>3</sup>	2033,3
LY-03	NMP/100ml	2,1X10 <sup>2</sup>	1,3X10 <sup>4</sup>	6,6X10 <sup>2</sup>	4623,33

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 9-3:** Variación de coliformes totales promedio en los puntos de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En Ilustración 9-3 se observa la variación de coliformes totales obteniendo valores similares en los puntos LY-01 y LY-02 dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA (2018) para aguas de recreación mediante contacto secundario.

Por otro lado, se encuentra el punto LY-03 en el cual se nota un evidente incremento de coliformes totales, dicho valor se encuentra fuera de los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA en el cual se establecen un valor no mayor a 4000 NPM/100ml por lo que se puede interpretar que en este punto existe una fuente de contaminación externa ya que en este punto solo se ofrecen servicios recreativos los fines de semana por lo que únicamente estas actividades no pueden estar causando este nivel de contaminación.

### 3.4. Calidad del agua

### 3.4.1. Determinación del índice NSF

Las tablas presentadas a continuación indican la aplicación del índice NSF en los diferentes monitoreos realizados desde septiembre de 2021 hasta julio de 2022 en la laguna de Yambo.

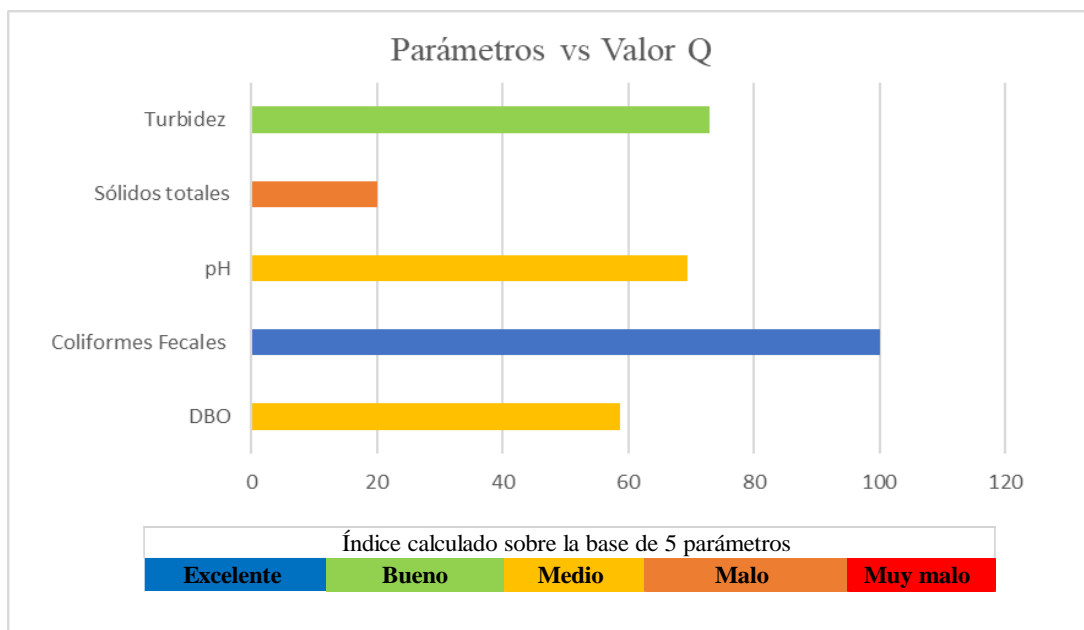
#### 3.4.1.1. Primer monitoreo

A continuación se presentan los resultados del índice NSF obtenidos con los parámetros medidos durante el primer monitoreo:

**Tabla 11-3:** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el primer monitoreo, en el punto LY-01

<b>MONITOREO 1</b>				
<b>INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-01</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	4,44 mg/l	58,71	0,2	11,74
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,41	69,42	0,2	13,88
<b>Sólidos totales</b>	1070 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	11,5 NTU	73	0,17	12,41
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>66,24</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 10-3:** Parámetros medidos en el primer monitoreo el punto LY-01 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

Se observa que para el primer monitoreo en el punto LY-01 se obtiene un valor de calidad del agua de 66.24 correspondiente al rango “medio” bajo la base de 5 parámetros medidos, de los cuales turbidez y coliformes fecales presentan resultados positivos; y por el contrario los parámetros pH, DBO y sólidos totales presentan resultados negativos como se puede observar en la Ilustración 10-3.

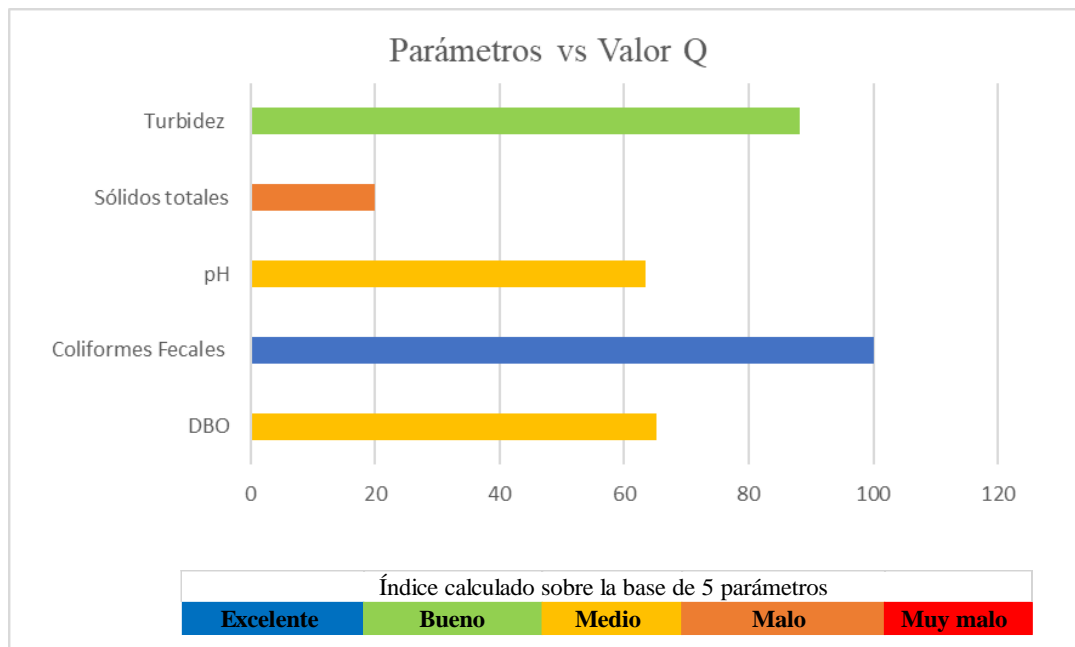
**Tabla 12-3:** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el primer monitoreo, en el punto LY-02

#### MONITOREO 1

INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-02				
PARÁMETRO	RESULTADOS	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
<b>DBO</b>	3,3 mg/l	65,2	0,2	13,04
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,58	63,38	0,2	12,68
<b>Sólidos totales</b>	1099 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	3,9 NTU	88,2	0,17	14,99

<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>	<b>MEDIA</b>	<b>68,91</b>
---	--------------	--------------

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 11-3:** Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En el segundo punto del primer monitoreo se registra un valor de INSF de 68.91. Dado que en este punto se encuentra en la parte central de la laguna es esperado encontrarse con un valor superior debido a que en este punto no existe gran influencia de actividades antropológicas. Para este punto se obtuvo que los parámetros medidos se encuentra en su mayoría en un rango medio a excelente como se puede observar en la Ilustración 11-3.

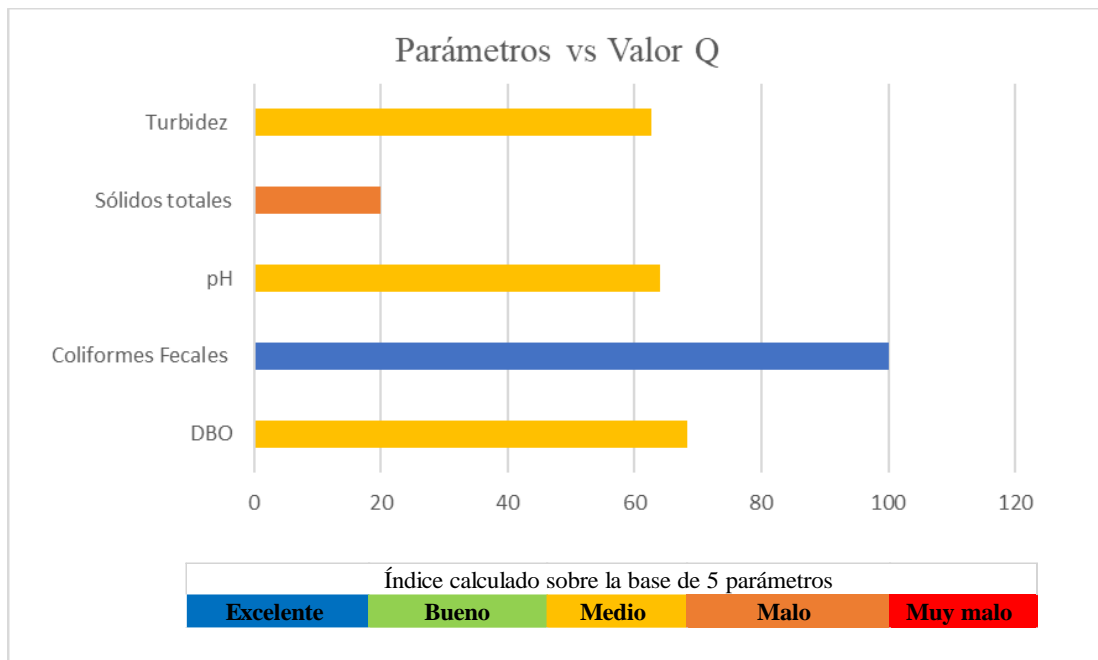
**Tabla 13-3 :** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el primer monitoreo, en el punto LY-03

#### MONITOREO 1

<b>INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-03</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	2,78 mg/l	68,32	0,2	13,66
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25

<b>pH</b>	8,56	64,09	0,2	12,82
<b>Sólidos totales</b>	1104 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	18,6 NTU	62,68	0,17	10,66
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>65,34</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 12-3:** Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

El último punto del primer monitoreo registra un valor de NSF de 65,34 establecido en el rango “medio” de este índice y a pesar de que en este punto no se registra gran cantidad de afluencia turística se obtiene un valor menor de calidad del agua en comparación con los puntos LY-01 y LY-02.

#### 3.4.1.2. Segundo monitoreo

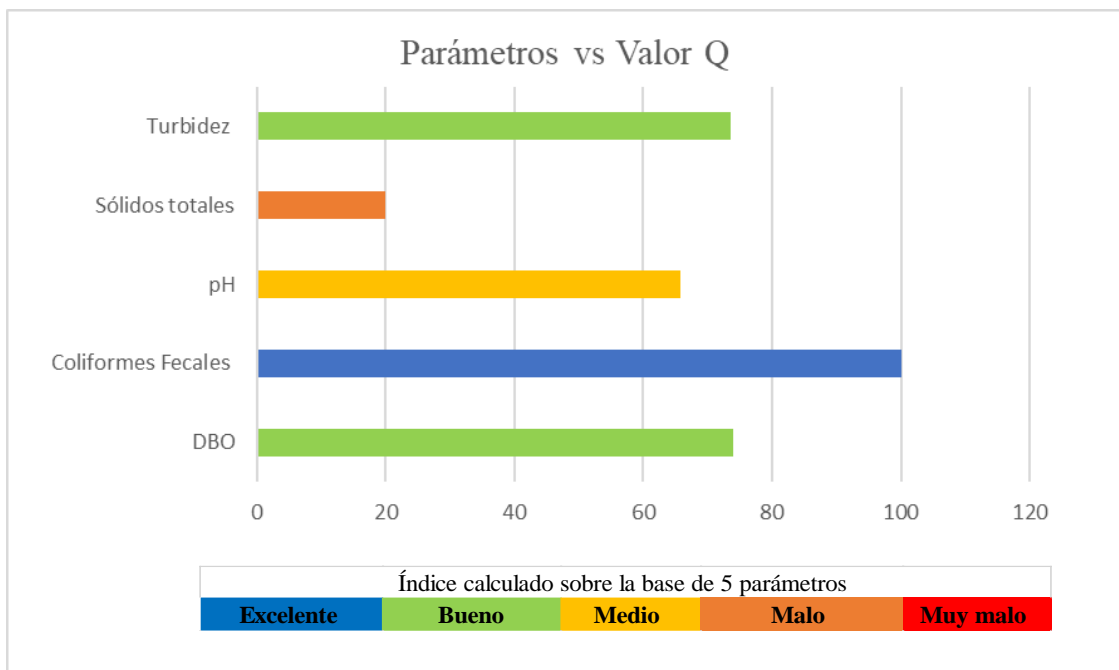
Las siguientes tablas indican los resultados del índice NSF obtenido con los parámetros medidos durante el segundo monitoreo

**Tabla 14-3:** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el segundo monitoreo, en el punto LY-01

**MONITOREO 2**

<b>INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-01</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	2,3 mg/l	74	0,2	14,80
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,51	65,87	0,2	13,17
<b>Sólidos totales</b>	1220 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	11,2 NTU	73,6	0,17	12,51
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>68,69</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 13-3:** Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

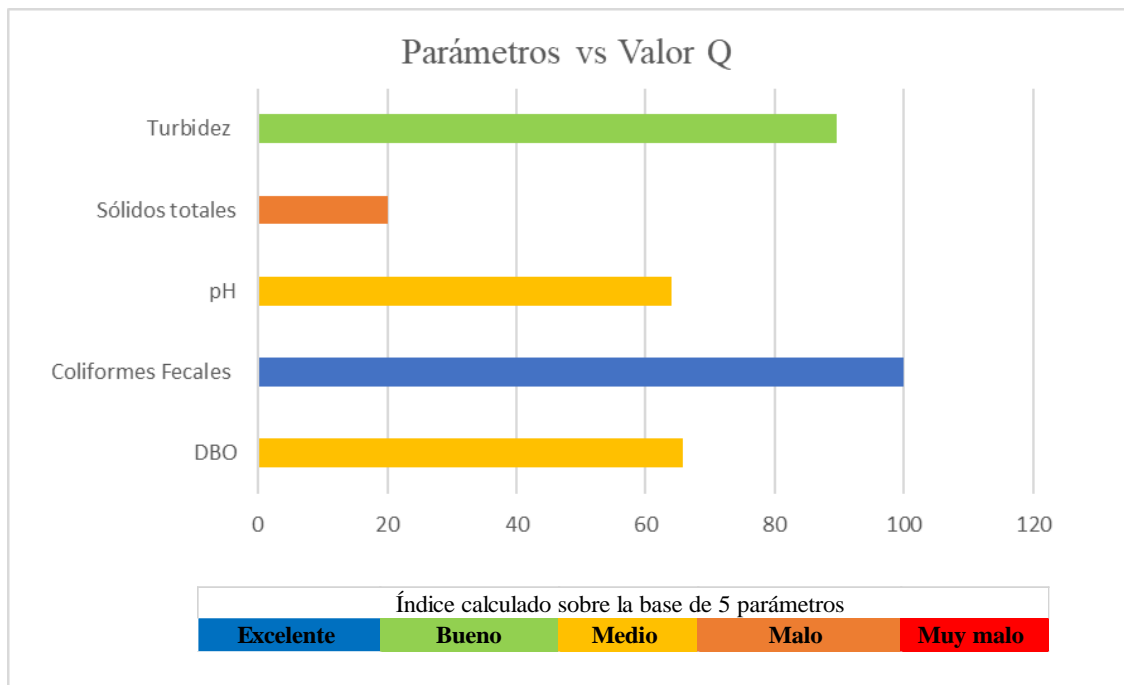
Para el punto LY-01 en el segundo monitoreo se obtiene un valor de índice de calidad del agua de 68,69 acercándose al rango de calidad “Bueno” esto debido a que, como se puede observar en la Ilustración 13-3 la mayoría de parámetros se encuentran dentro de un rango positivo. A pesar

de que este punto se encuentra dentro de una zona de gran afluencia turística no registra un resultado excesivamente negativo.

**Tabla 15-3:** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el segundo monitoreo, en el punto LY-02

<b>MONITOREO 2</b>				
<b>INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-02</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,2 mg/l	65,8	0,2	13,16
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,56	64,09	0,2	12,82
<b>Sólidos totales</b>	1240 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	3,2 NTU	89,6	0,17	15,23
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>69,41</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 14-3:** Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



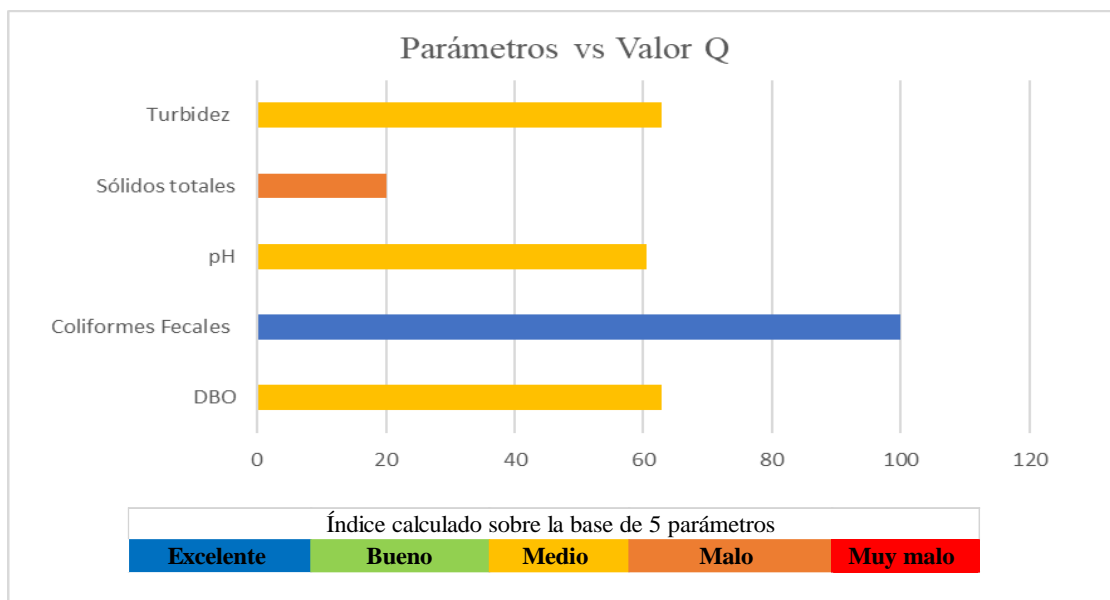
Para el punto medio de la laguna en el segundo monitoreo se registra un valor de 69.41 un valor superior al punto LY-02 este es un resultado esperado ya que en este punto de la laguna no se evidenció gran influencia de actividades turísticas y es un punto en el que solo se tiene acceso en bote.

**Tabla 16-3:** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el segundo monitoreo, en el punto LY-03

**MONITOREO 2**

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-03</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,7 mg/l	62,8	0,2	12,56
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,66	60,53	0,2	12,11
<b>Sólidos totales</b>	1233 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	18,4 NTU	62,92	0,17	10,70
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>63,56</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 15-3:** Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

El índice de calidad para el punto LY-03 en el segundo monitoreo es de 63,56 al contrario del primer monitoreo para este momento ya se encontraban desarrollando algunas actividades en este punto de la laguna como paseos en bote, servicio de restaurant y hospedaje.

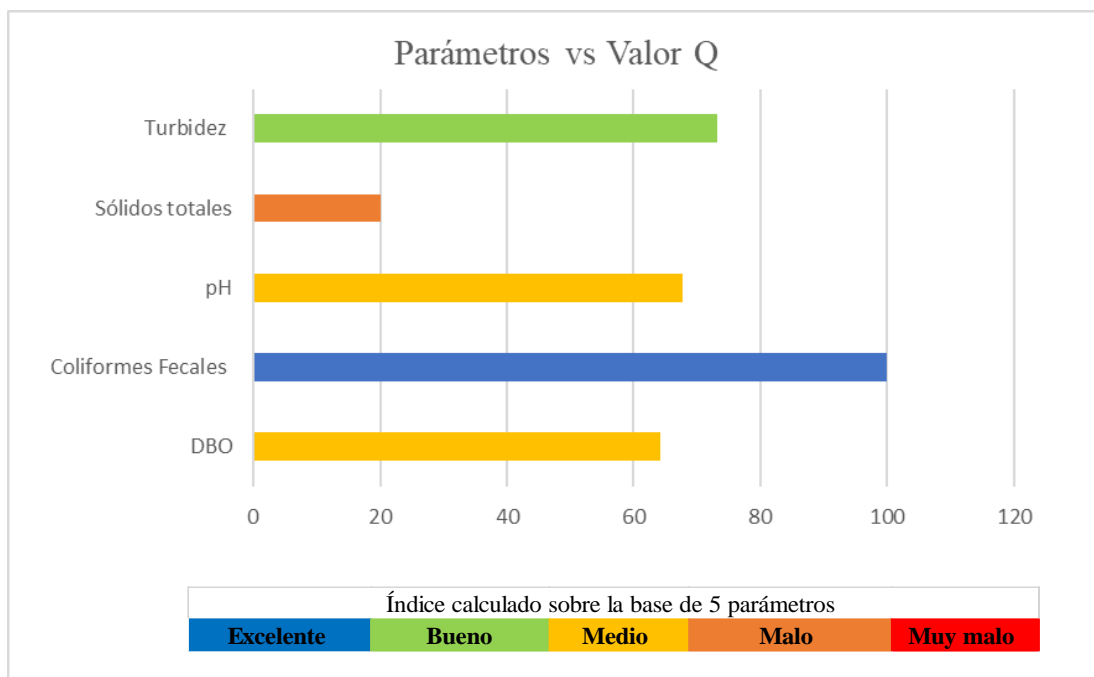
### 3.4.1.3. Tercer monitoreo

A continuación se presentan los análisis del índice NSF obtenidos mediante los parámetros medidos en el tercer monitoreo:

**Tabla 17-3:** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el tercer monitoreo, en el punto LY-01

<b>MONITOREO 3</b>				
<b>INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-01</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,45 mg/l	64,3	0,2	12,86
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,46	67,64	0,2	13,53
<b>Sólidos totales</b>	1202 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	11,4 NTU	73,2	0,17	12,44
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>67,03</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 16-3:** Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado

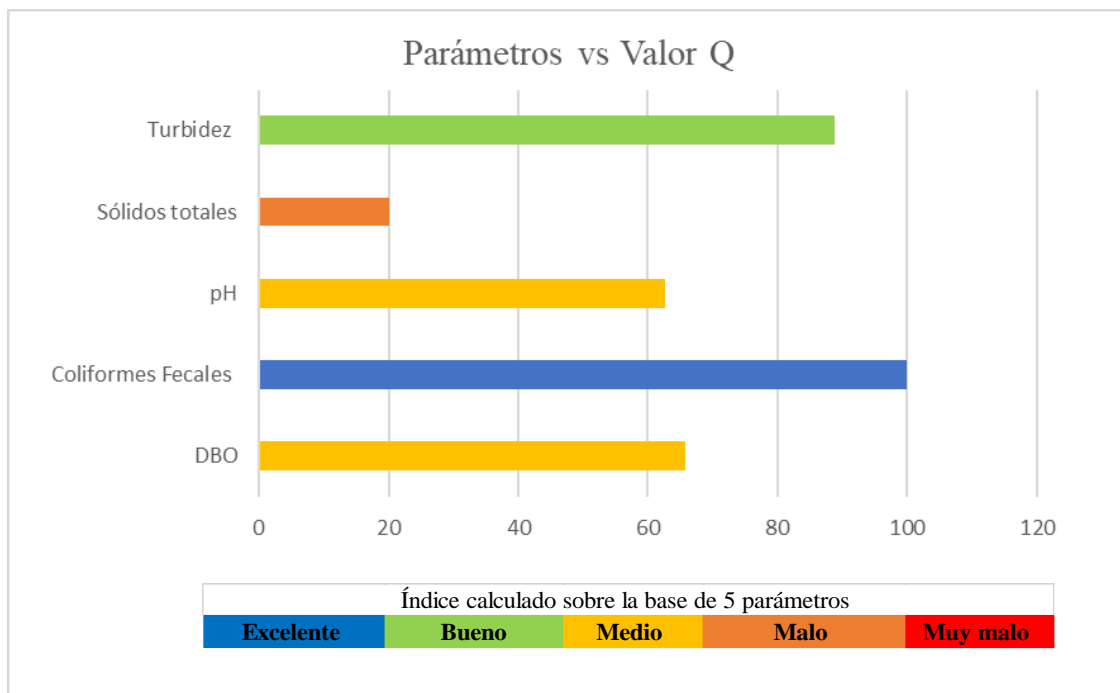
Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

El índice de calidad NSF en el primer punto del tercer monitoreo registra un valor de 67,03 denotando que a pesar de que existe un gran flujo de personas y actividades este valor se encuentra fluctuando con el paso de los meses ya que a pesar de encontrarse dentro del rango de calidad “Medio” los valores obtenidos se encuentran cercanos al rango “Bueno”.

**Tabla 18-3 :** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el tercer monitoreo, en el punto LY-02

MONITOREO 3				
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-02				
PARÁMETRO	RESULTADOS	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
DBO	3,2 mg/l	65,8	0,2	13,16
Coliformes Fecales	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
pH	8,6	62,67	0,2	12,53
Sólidos totales	1180 mg/l	20	0,16	3,2
Turbidez	3,6 NTU	88,8	0,17	15,10
<b>Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento</b>			<b>MEDIA</b>	<b>68,99</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 17-3:** Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

En el punto LY-02 se determinó un valor de INSF de 68,99 obteniendo valores similares durante los tres monitoreos evaluando que en este punto es de menor impacto negativo ya que registra valores más elevados y concordando con la relación turismo – impacto.

**Tabla 19-3 :** Resultados del monitoreo de Índice de Calidad NSF, en el tercer monitoreo, en el punto LY-03

### MONITOREO 3

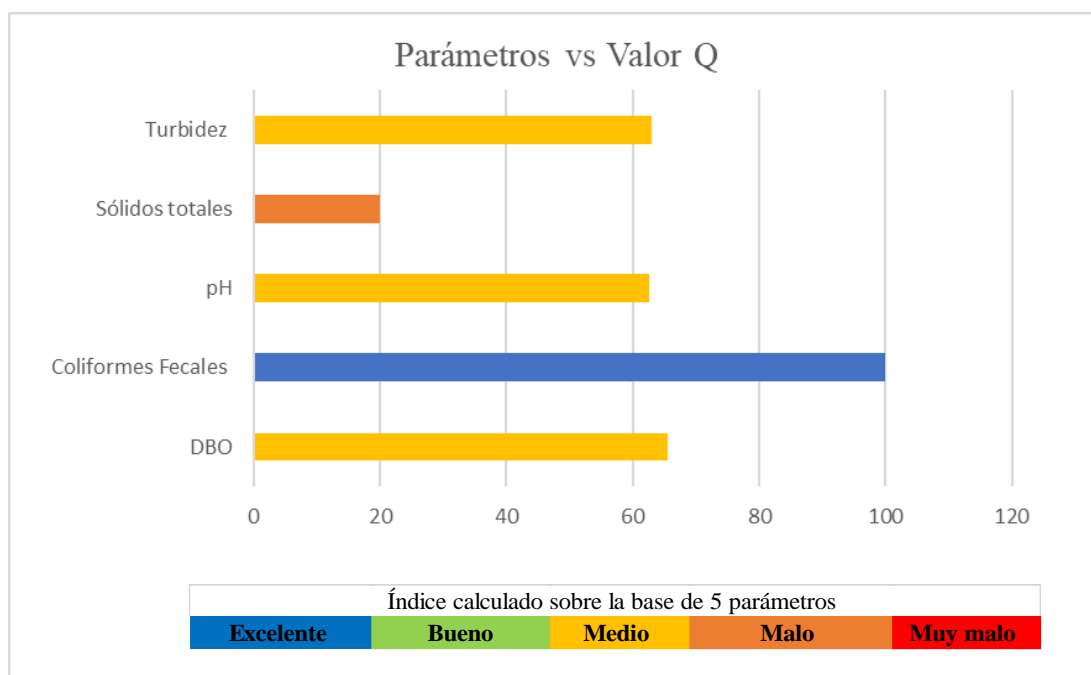
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF EN EL PUNTO LY-03				
PARÁMETRO	RESULTADOS	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
<b>DBO</b>	3,24 mg/l	65,56	0,2	13,11
<b>Coliformes Fecales</b>	0 UFC/100 ml	100	0,25	25
<b>pH</b>	8,6	62,67	0,2	12,53
<b>Sólidos totales</b>	1170 mg/l	20	0,16	3,2
<b>Turbidez</b>	18,3 NTU	63,04	0,17	10,72

**Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento**

**MEDIA**

**64,56**

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 18-3:** Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

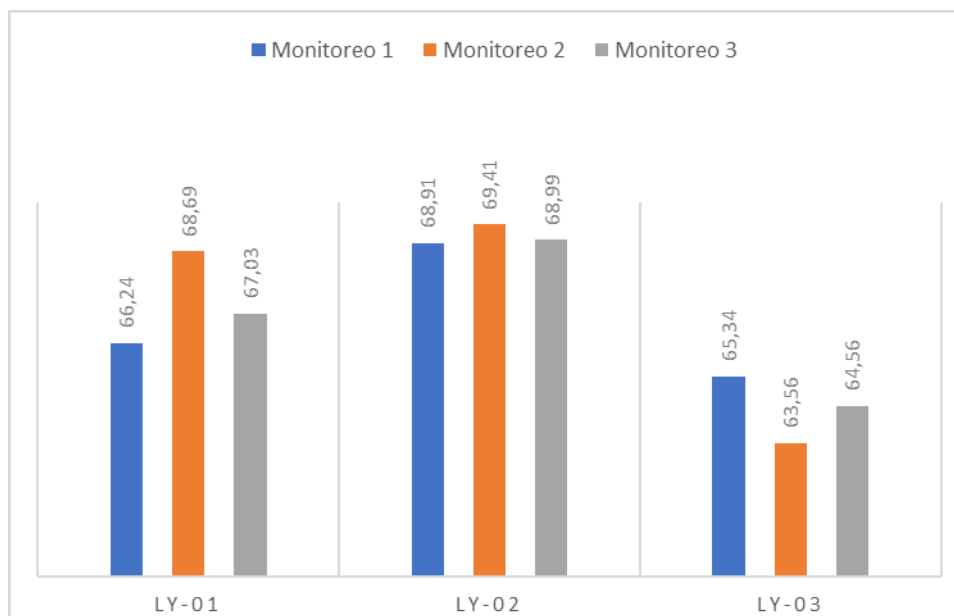
Finalmente, para el punto LY-03 en el último monitoreo se obtiene un valor de 64,56 estableciéndose como el punto con menor calidad del agua de los tres analizados a pesar de que en este punto se desarrollan menos actividades turísticas lo que puede denotar que existen factores externos al área de estudio que esten afectando a este punto de la laguna.

**Tabla 20-3 :** Resultados del Índice de Calidad NSF por punto de monitoreo

**Resultados del INSF por Punto de Monitoreo**

Puntos	LY-01	LY-02	LY-03
Monitoreo 1	66,24	68,91	65,34
Monitoreo 2	68,69	69,41	63,56
Monitoreo 3	67,03	68,99	64,56

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 19-3:** Resultados Totales del Monitoreo de Calidad del Agua NSF

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 19-3 se muestran los resultados totales del Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento durante los diez meses de monitoreo, se puede observar que la calidad del agua que presenta la laguna de Yambo durante este periodo va fluctuando. En el punto LY-01 se registran valores de calidad del agua entre 66 y 69 lo que indica que en el rango del índice NSF el agua tiene una calidad media, sin embargo, estos valores se encuentran cerca del rango de calidad denominada como “Buena” por lo que se establece que, a pesar de ser un punto donde se encuentra mayor flujo turístico y de comercio, no existe un impacto grave. El punto LY-02 refleja que el agua en esta zona posee una mejor calidad en comparación con los puntos LY-01 y LY-03 acercándose mucho más al rango de calidad “Buena” este era un resultado esperado, ya que al ser este punto el de menor impacto de actividades antropológicas se esperaba que tuviese una mejor calidad del agua, a pesar de esto, al igual que en el punto LY-01 queda registra con una calidad del agua “Media”. Por último el punto LY-03 registra la más baja calidad del agua de la laguna obteniendo un valor de calidad del agua máximo de 65, este punto a pesar de encontrarse dentro del rango de calidad “Media” tiene tendencias de bajar hasta el rango de calidad “Mala” y a pesar de que en este punto únicamente se desarrollan actividades los fines de semana se registra la más baja calidad lo que indica que puede estarse generando contaminación de los lugares aledaños a este punto por actividades como agricultura o recreación.

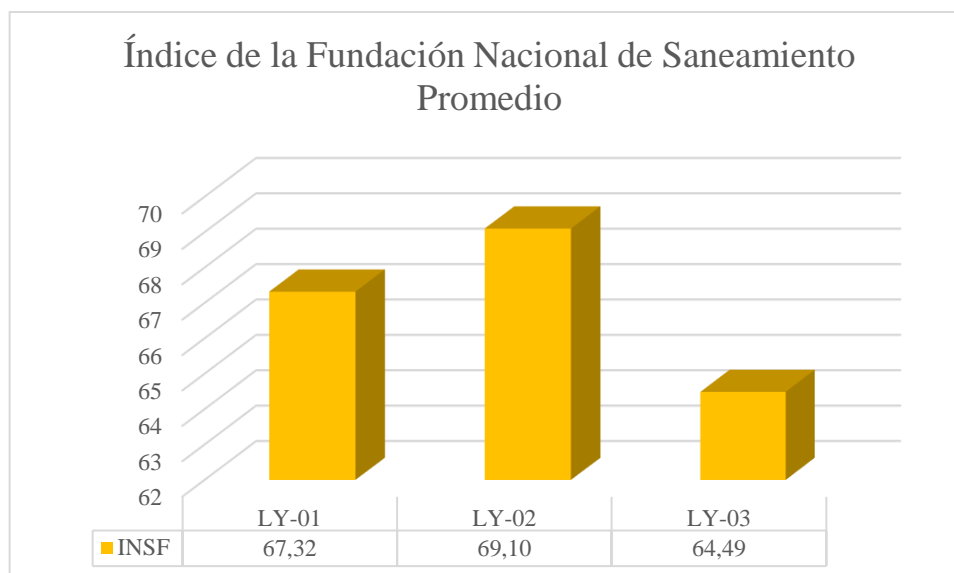
#### 3.4.1.4. Índice de la fundación nacional de saneamiento (INSF)

La tabla que se muestra a continuación indica el cálculo promedio del índice NSF, aplicado en los tres puntos de monitoreo en la laguna de Yambo.

**Tabla 21-3:** Resultados de los Índices NSF en los puntos de monitoreo promedio

ÍNDICE DE LA FUNDACIÓN NACIONAL DE SANEAMIENTO		
Punto	INSF	Índice WQI
LY-01	67,32	Media
LY-02	69,10	Media
LY-03	64,49	Media

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 20-3:** Variación de los índices NSF en los puntos de monitoreo promedio

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

La Ilustración 20-3 muestra los resultados promedio del índice de calidad del agua (INSF), los cuales se obtuvieron del análisis de parámetros físico-químicos (pH, turbidez, DBO5, sólidos totales) y microbiológicos (coliformes fecales y totales) en los puntos de monitoreo, durante el transcurso de 10 meses de investigación en la laguna de Yambo, demostrando una variación en los distintos puntos. En promedio en el punto LY-01 se registra una calidad de agua “Media”, debido posiblemente a las actividades antrópicas desarrolladas en este punto. Por otra parte, el punto LY-02 registra un valor de calidad de agua cercano al rango de “Buena” posiblemente porque a este punto de la laguna, el cual se encuentra en el medio de la misma, las actividades

antropogénicas causan un leve impacto. Finalmente, en el punto LY-03 se registra el mas bajo nivel de calidad de agua a pesar de ser un punto en el que el turismo de la laguna se desarrolla unicamente los fines de semana se puede concluir que existe contaminación de zonas aledañas a este punto probablemente por escorrentía y arrastre de sustancias contaminantes.

En promedio el valor de calidad del agua medido con el Índice de la Fundación Nacional de Sanamiento es de 66.97 encontrándose en el rango de calidad “Media” lo que significa que se esta produciendo un impacto negativo por las actividades antrópicas desarrolladas en el lugar, a pesar de esto, es un valor cercano al rango de calidad “Buena”.

### 3.4.2. Determinación del índice de león

Las tablas presentadas a continuación indican el cálculo del Índice de León, aplicado durante los tres monitoreos dentro de la laguna de Yambo, los monitoreos fueron realizados de septiembre de 2021 hasta julio de 2022.

#### 3.4.2.1. Primer monitoreo

Las siguientes tablas corresponden a la determinación del indice de León en el primer monitoreo:

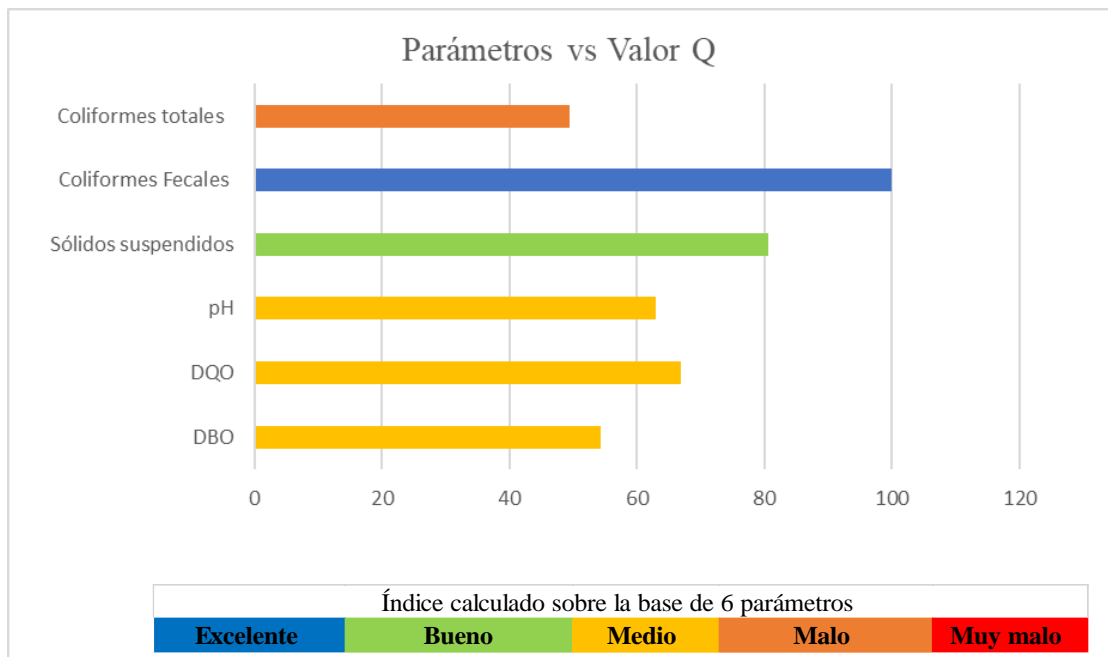
**Tabla 22-3 :** Resultados del indice de León, en el primer monitoreo, en el punto LY-01

#### MONITOREO 1

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-01</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	4,44 mg/l	54,34	0,1842	10,01
<b>DQO</b>	21,3 mg/l	66,81	0,1412	9,43
<b>pH</b>	8,41	63,02	0,1512	9,53
<b>Sólidos suspendidos</b>	24 mg/l	80,66	0,1212	9,78
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	2300 NMP/100 MI	49,43	0,2312	11,43
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>ACEPTABLE</b>	<b>67,30</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.





**Ilustración 21-3:** Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

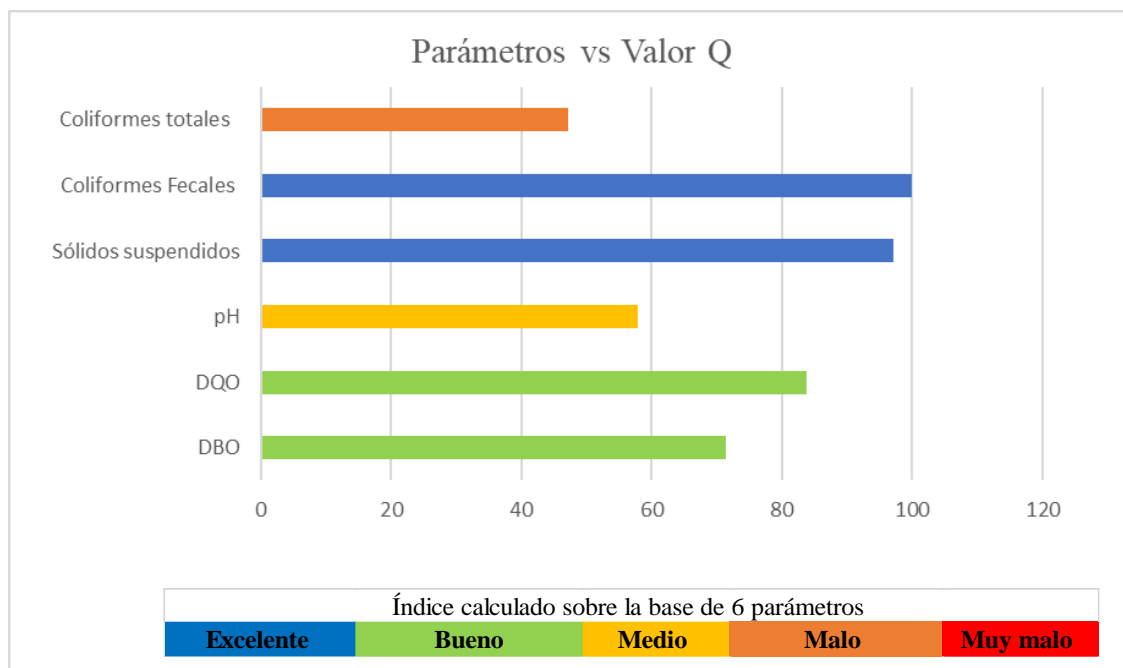
Para el punto LY-01 del primer monitoreo se obtiene un valor de calidad del agua de 67,30 encontrándose dentro del rango de agua para recreación “Aceptable” esto se puede deber a la ubicación del primer punto.

**Tabla 23-3:** Resultados del índice de León, en el primer monitoreo, en el punto LY-02

## MONITOREO 1

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-02</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,3 mg/l	71,46	0,1842	13,16
<b>DQO</b>	11 mg/l	83,73	0,1412	11,82
<b>pH</b>	8,58	57,9	0,1512	8,75
<b>Sólidos suspendidos</b>	10 mg/l	97,02	0,1212	11,76
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	3300 NMP/100 MI	47,15	0,2312	10,90
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>EXCELENTE</b>	73,52

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 22-3:** Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

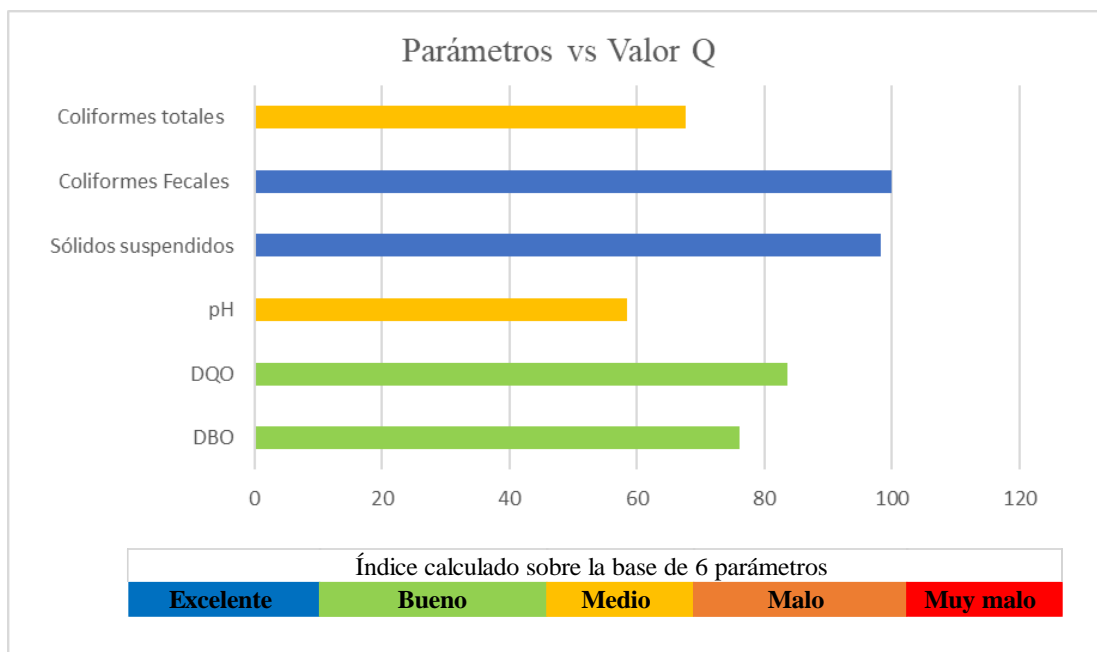
El índice de calidad del León en el punto LY-01 del primer monitoreo establece un valor de 73.52 encontrándose en el rango de calidad para agua de recreación de “Excelente” resultado esperado debido a la ubicación del punto.

**Tabla 24-3:** Resultados del índice de León, en el primer monitoreo, en el punto LY-03

**MONITOREO 1**

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-03</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	2,78 mg/l	76,03	0,1842	14,00
<b>DQO</b>	11,1 mg/l	83,56	0,1412	11,80
<b>pH</b>	8,56	58,5	0,1512	8,85
<b>Sólidos suspendidos</b>	8 mg/l	98,21	0,1212	11,90
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	210 NMP/100 MI	67,55	0,2312	15,62
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>EXCELENTE</b>	79,29

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 23-3:** Parámetros medidos en el primer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En el tercer punto del primer monitoreo se registra un valor de 79,29 el más alto registrado de este monitoreo esto debido a que en ese momento no se desarrollaba ninguna actividad en el punto sur de la laguna por lo que la calidad se encuentra en el rango de “Excelente”

### 3.4.2.2. Segundo monitoreo

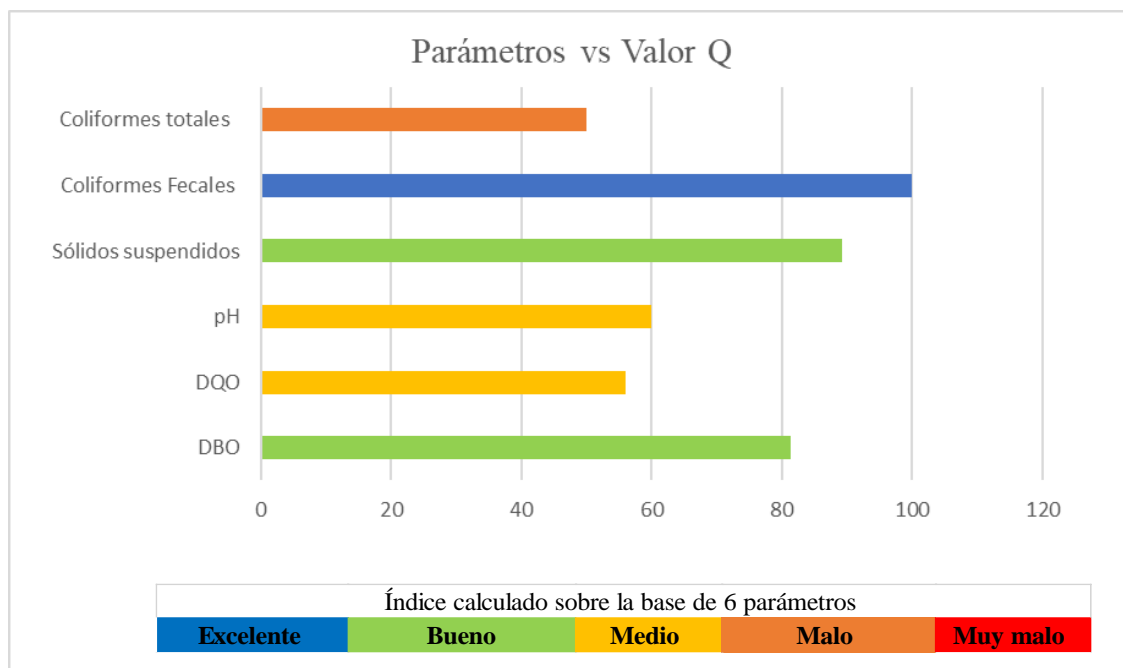
Las siguientes tablas corresponden a la determinación del índice de León en el segundo monitoreo:

**Tabla 25-3:** Resultados del índice de León, en el segundo monitoreo, en el punto LY-01

MONITOREO 2				
ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-01				
PARÁMETRO	RESULTADOS	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
DBO	2,3 mg/l	81,41	0,1842	15,00
DQO	31 mg/l	56,06	0,1412	7,92
pH	8,51	60,01	0,1512	9,07
Sólidos suspendidos	15 mg/l	89,26	0,1212	10,82

<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	2100 NMP/100 MI	49,95	0,2312	11,55
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>EXCELENTE</b>	71,47

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 24-3:** Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

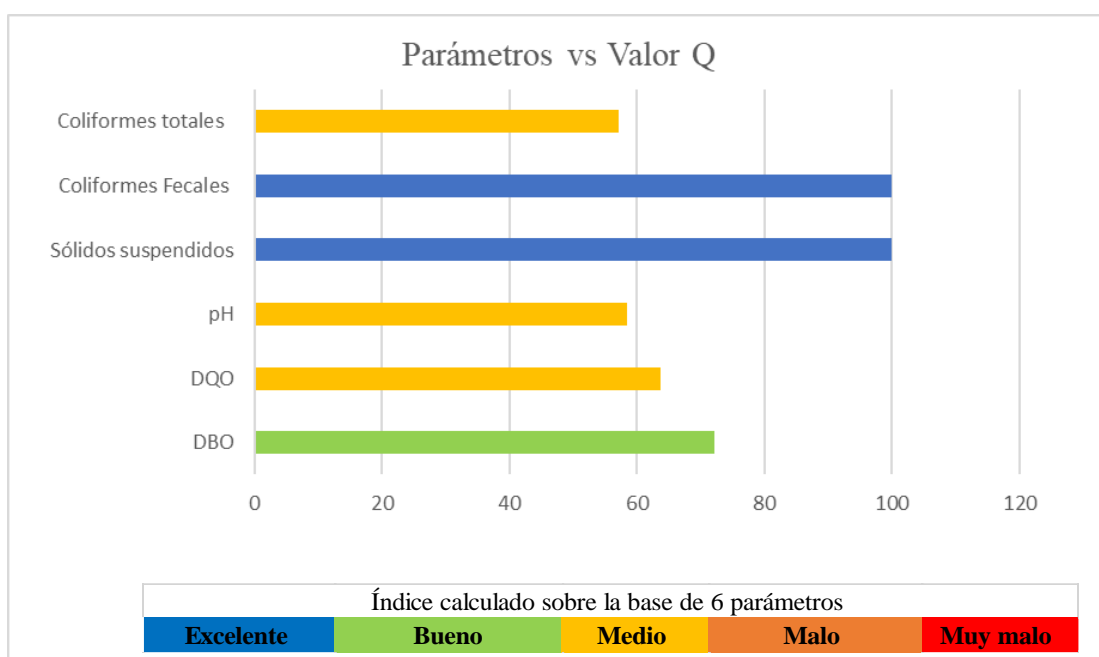
El punto LY-01 para el segundo monitoreo registra un valor de calidad del agua de 71,47 encontrándose en el rango de “Excelente” ya que como se puede observar en la Ilustración 24-3 los parámetros medidos en su mayoría se encuentran en el rango de Medio a Excelente estableciendo que a pesar de su ubicación no se está teniendo un gran impacto negativo.

**Tabla 26-3:** Resultados del índice de León, en el segundo monitoreo, en el punto LY-02

**MONITOREO 2**

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-02</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,2 mg/l	72,16	0,1842	13,29
<b>DQO</b>	24 mg/l	63,72	0,1412	9,00
<b>pH</b>	8,56	58,5	0,1512	8,85
<b>Sólidos suspendidos</b>	3 mg/l	100	0,1212	12,12
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	800 NMP/100 MI	57,07	0,2312	13,19
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>EXCELENTE</b>	<b>73,57</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 25-3:** Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado

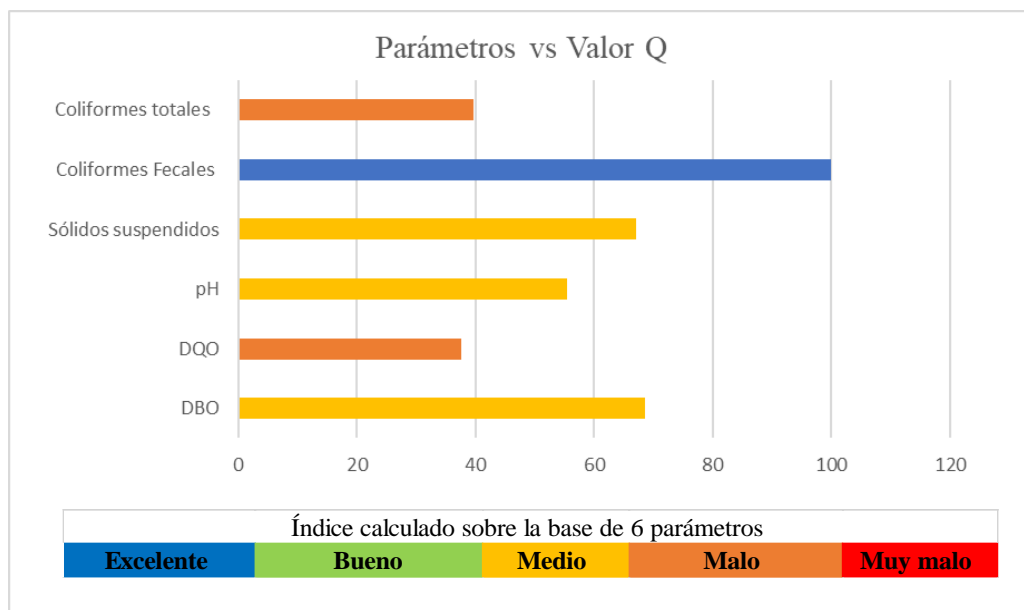
Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En el punto medio de la laguna el índice de León demuestra un valor de 73,57 superior al punto LY-01, debido a su ubicación se encuentra en el rango “Excelente” además de tener un valor similar al primer monitoreo lo que indica que existe una leve variación a través del tiempo.

**Tabla 27-3:** Resultados del índice de León, en el segundo monitoreo, en el punto LY-03  
**MONITOREO 2**

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-03</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,7 mg/l	68,65	0,1842	12,65
<b>DQO</b>	61 mg/l	37,49	0,1412	5,29
<b>pH</b>	8,66	55,49	0,1512	8,39
<b>Sólidos suspendidos</b>	48 mg/l	67,08	0,1212	8,13
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	13000 NMP/100 MI	39,6	0,2312	9,16
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>ACEPTABLE</b>	<b>60,73</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 26-3:** Parámetros medidos en el segundo monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En el punto LY-03 del segundo monitoreo se obtuvo un valor de calidad del agua de 60,73 un valor considerablemente bajo a pesar de encontrarse en un rango “Aceptable” esto puede deberse a que en el momento de realización del monitoreo en este punto ya se encontraban realizando actividades de recreación lo que pudo alterar la calidad del agua.

### 3.4.2.3. Tercer monitoreo

Las siguientes tablas corresponden a la determinación del índice de León en el segundo monitoreo:

**Tabla 28-3:** Resultados del índice de León, en el tercer monitoreo, en el punto LY-01

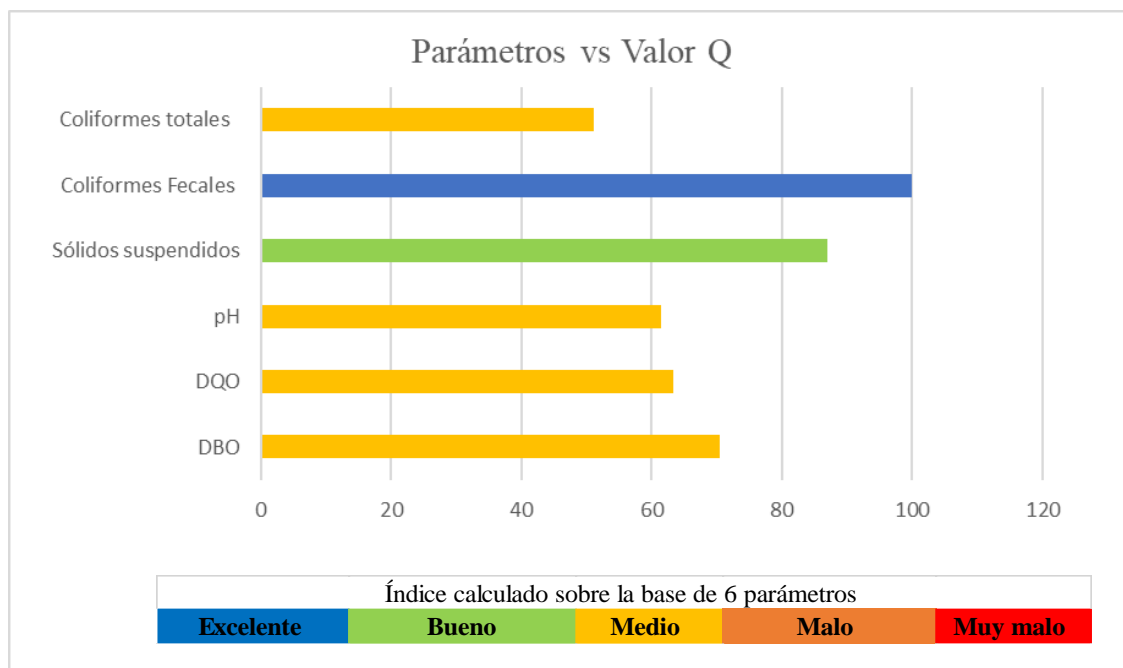
#### MONITOREO 3

ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-01				
PARÁMETRO	RESULTADOS	VALOR Q	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
DBO	3,45 mg/l	70,41	0,1842	12,97
DQO	24,3 mg/l	63,38	0,1412	8,95
pH	8,46	61,52	0,1512	9,30
Sólidos suspendidos	17 mg/l	87,06	0,1212	10,55



<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	1800 NMP/100 MI	51,16	0,2312	11,83
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>ACEPTABLE</b>	70,72

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 27-3:** Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-01 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

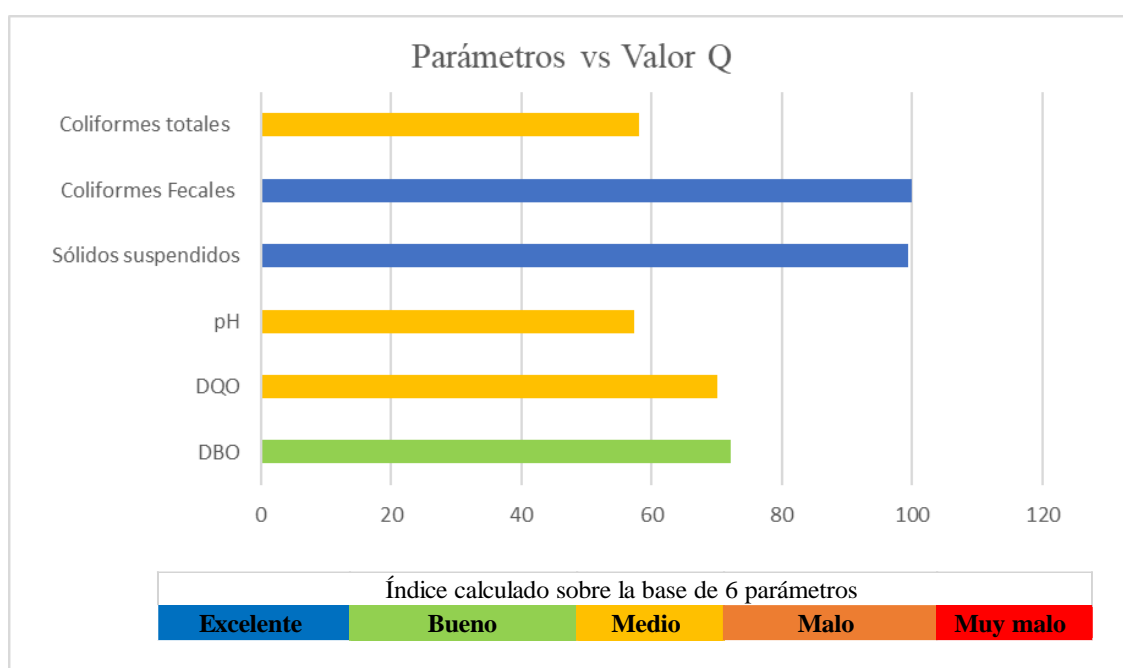
Finalmente, en el punto LY-01 en el tercer monitoreo se obtiene un valor de 70,72 lo que indica que para este punto la calidad del agua se encuentra fluctuado encontrándose en un rango “Aceptable” lo que se justifica por la ubicación de dicho punto.

**Tabla 29-3:** Resultados del índice de León, en el tercer monitoreo, en el punto LY-02

<b>MONITOREO 3</b>				
<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-02</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,2 mg/l	72,16	0,1842	13,29
<b>DQO</b>	19 mg/l	70,01	0,1412	9,89

<b>pH</b>	8,6	57,3	0,1512	8,66
<b>Sólidos suspendidos</b>	6 mg/l	99,4	0,1212	12,05
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	700 NMP/100 MI	58,12	0,2312	13,44
<b>Índice de Calidad de León</b>		<b>EXCELENTE</b>	74,45	

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 28-3:** Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-02 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

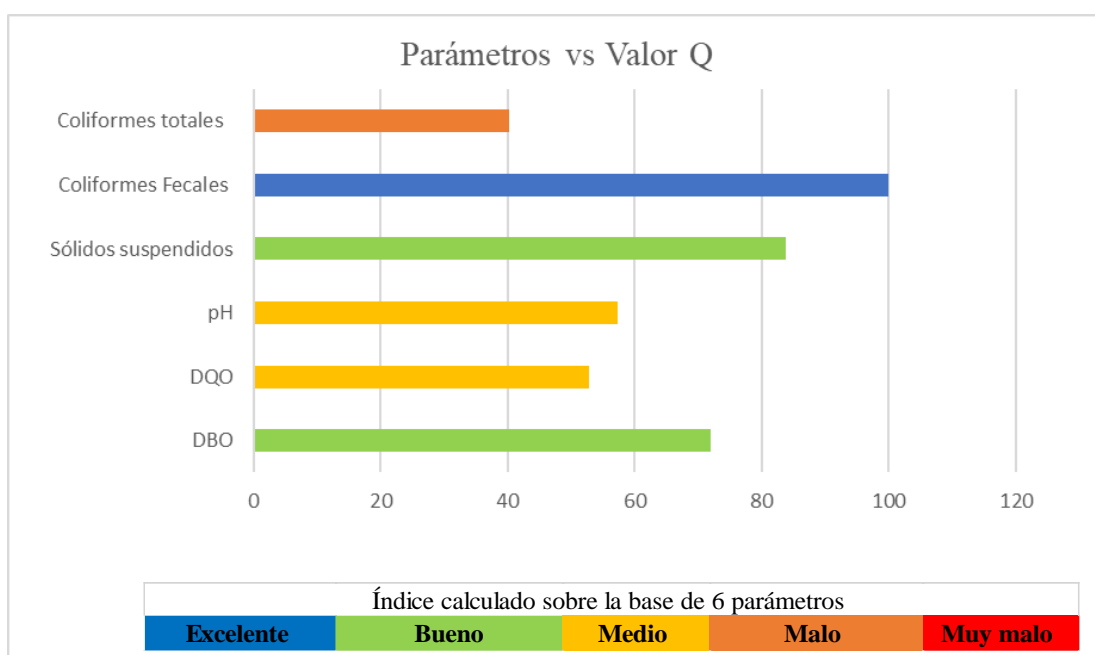
En el punto LY-02 se registra un valor de 74,45 encontrándose en el rango de “Excelente” al igual que los demás monitoreos demostrando que existen una relación turismo – impacto ya que este punto al encontrarse alejado de la influencia antropológica refleja valores bastante similares estando siempre en el rango de calidad para agua de recreación de “Excelente”.

**Tabla 30-3:** Resultados del índice de León, en el tercer monitoreo, en el punto LY-03

**MONITOREO 3**

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN EN EL PUNTO LY-03</b>				
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR Q</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>DBO</b>	3,24 mg/l	71,88	0,1842	13,24
<b>DQO</b>	35,1 mg/l	52,71	0,1412	7,44
<b>pH</b>	8,6	57,3	0,1512	8,66
<b>Sólidos suspendidos</b>	20 mg/l	83,76	0,1212	10,15
<b>Coliformes Fecales</b>	0 NMP/100 ml	100	0,1712	17,12
<b>Coliformes totales</b>	11300 NMP/100 MI	40,2	0,2312	9,29
<b>Índice de Calidad de León</b>			<b>ACEPTABLE</b>	<b>65,91</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 29-3:** Parámetros medidos en el tercer monitoreo en el punto LY-03 vs el valor Q calculado

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

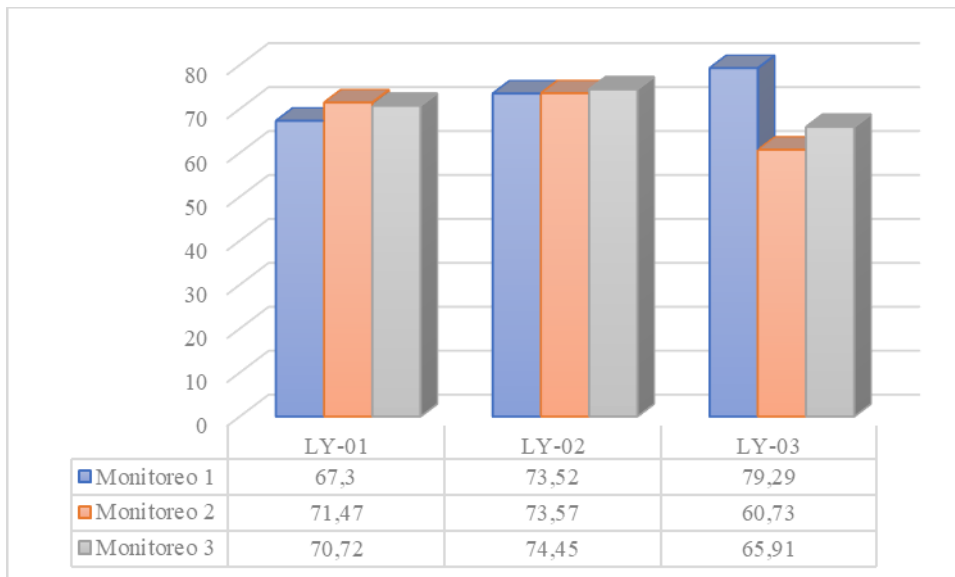
Para el punto LY-03 se obtuvo un valor de 65,91 el que se encuentra en el rango “Aceptable” sin embargo, se denota que es un valor bajo debido a que en este punto actualmente se estan

desarrollando distintas actividades recreativas aunque no se descarta la influencia de factores externos que causen un impacto negativo fuera del área de estudio.

**Tabla 31-3:** Resultados del Índice de León por punto de monitoreo

<b>Resultados del Índice de León por punto de Monitoreo</b>			
<b>Puntos</b>	<b>LY-01</b>	<b>LY-02</b>	<b>LY-03</b>
Monitoreo 1	67,3	73,52	79,29
	<b>ACEPTABLE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>
Monitoreo 2	71,47	73,57	60,73
	<b>EXCELENTE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>ACEPTABLE</b>
Monitoreo 3	70,72	74,45	65,91
	<b>ACEPTABLE</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>ACEPTABLE</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 30-3:** Resultados del Índice de León por punto de monitoreo

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 30-3 se puede observar la variación de la calidad del agua en cada punto de monitoreo. En el punto LY-01 se observa que la calidad del agua según el índice de León esta entre “Aceptable y Excelente” con mayor indicio en el rango de “Aceptable” con base en estos resultados y con base a la tabla de uso recreativo de este índice en el punto LY-01 se deben restringir los deportes de inmersión y se debiera tener precaución si se ingiere dada la posibilidad de presencia de bacterias.

En el punto LY-02 en todos los monitoreos la calidad del agua se encuentra dentro del rango “Excelente” sin embargo, estos valores se encuentran cerca del rango 50-70 correspondiente a

“Aceptable” este es un resultado esperado, ya que en este punto de la laguna no se generan impactos negativos significativos ya que aquí únicamente se desarrolla la actividad de paseo en bote. Según el rango en el que se encuentra este punto de la laguna se puede determinar que aquí se puede realizar cualquier deporte acuático.

Finalmente, en el punto LY-03 se visualiza una disminución de la calidad del agua, lo cual es entendible ya que para el segundo y tercer monitoreo en este punto ya se realizaban algunas actividades de recreación y se puede entender esta disminución de calidad. Dentro del rango de índice de calidad de León los valores obtenidos se encuentran en el rango “Aceptable” lo que quiere decir que en esta zona se deben restringir los deportes de inmersión y se deberá tener precaución en caso de ingerir ya que existe una posibilidad de presencia de bacterias.

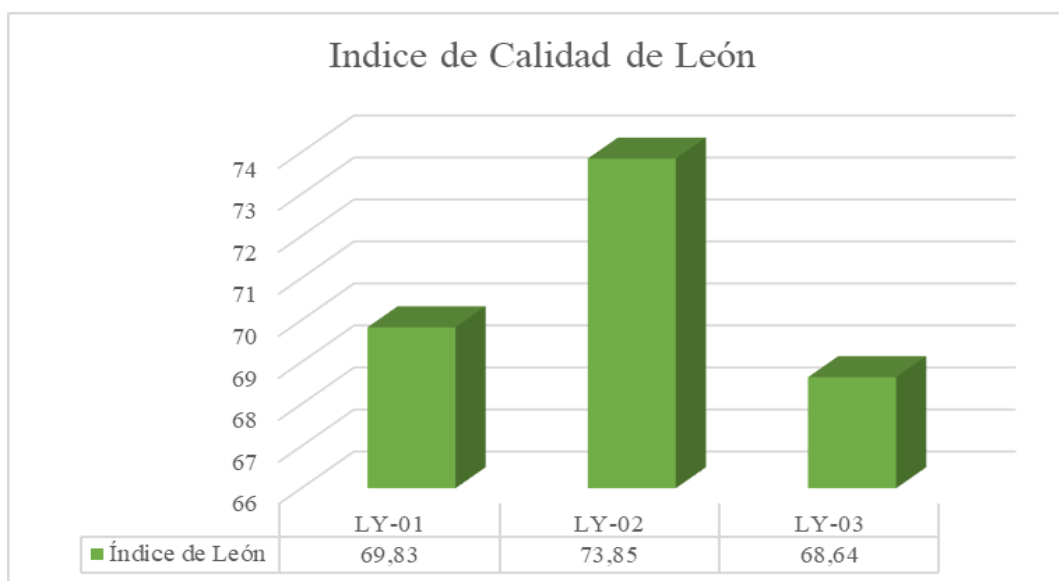
#### 3.4.2.4. Índice de calidad de león

En la tabla que se presenta a continuación se detalla el cálculo promedio del Índice de León, aplicado en los tres monitoreos realizados de septiembre de 2021 hasta julio de 2022 en la laguna de Yambo.

**Tabla 32-3:** Resultados de los Índices de León en los puntos de monitoreo promedio

ÍNDICE DE CALIDAD DE LEÓN		
Punto	Índice de León	Rango
LY-01	69,83	ACEPTABLE
LY-02	73,85	EXCELENTE
LY-03	68,64	ACEPTABLE

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



### **Ilustración 31-3:** Variación de los Índices de León promedio en los puntos de monitoreo

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

En la Ilustración 31-3 se establece el valor de calidad del agua promedio medido con el Índice de León en cada punto de monitoreo. En general para el punto LY-01 se obtiene un valor de calidad del agua de 69,83 encontrándose en el rango de “Aceptable” al igual que el punto LY-03, bajo la interpretación de estos valores con el rango del Índice de León para uso recreativo se concluye que en estos puntos se debe restringir los deportes de inmersión y además se debe tener precaución si se ingiere ya que puede existir una posible presencia de bacterias. Estos resultados pueden ser consecuencia de los impactos que se generan en estos puntos de la laguna, es decir, actividades como servicios de comida, hospedaje, paseo en bote, entre otros. A pesar de encontrarse en un nivel “Aceptable” cercano a “Excelente” es importante lograr mantener y hasta mejorar esta tendencia cuidando que en el desarrollo de estas actividades no se vaya afectando la calidad del agua.

Por otro lado, está el punto LY-02 mismo que se ha registrado como el punto con mejor calidad del agua encontrándose en el rango entre 70-100 denominado como “Excelente” lo que significa que se puede realizar cualquier tipo de deporte en este punto. Este análisis es justificable ya que en este punto no existe gran impacto de actividades antropogénicas por lo que se espera una mejor calidad del agua en este punto, sin embargo, el valor calculado está cerca del rango “Aceptable” lo que significa que podría existir arrastre de contaminantes desde algún punto de la laguna hasta este.

En promedio el valor de Calidad del Agua medido con el Índice de León en la laguna de Yambo es de 70.77 entrando en el rango de “Excelente” y aunque se encuentra dentro de este rango este valor está muy cerca del rango “Aceptable” lo que significa que se deben mantener las medidas ejecutadas en el lugar e inclusive mejorarlas para que la calidad del agua no vaya disminuyendo con el paso del tiempo ya que a pesar de tener un valor excelente este está alejado del valor ideal el cual sería cercano o igual a 100.

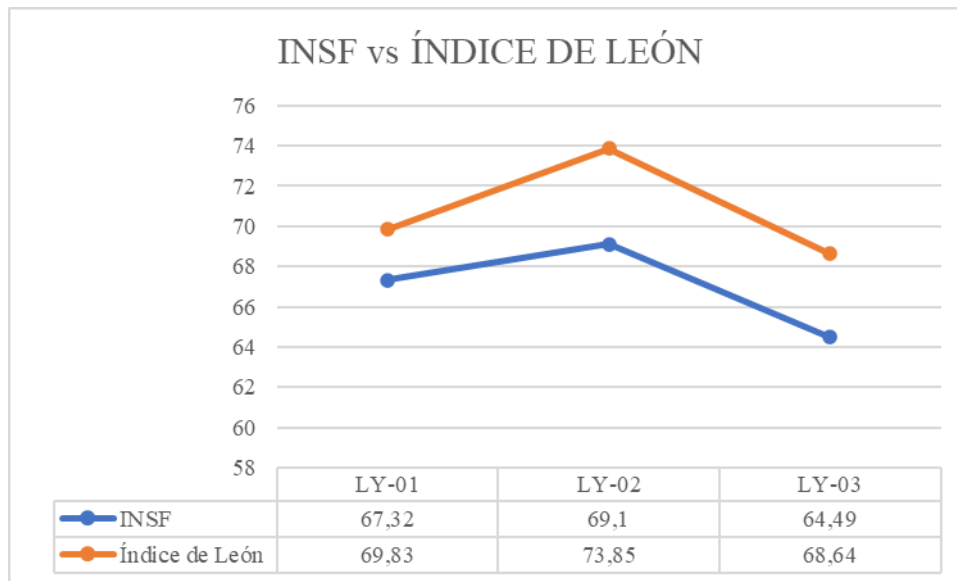
### **3.5. Relación entre el Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento NSF y el índice de León**

**Tabla 33-3:** Relación entre los índices NSF y de León en los puntos de monitoreo

<b>RELACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES NSF Y DE LEÓN</b>		
<b>Punto</b>	<b>INSF</b>	<b>Índice de León</b>

LY-01	67,32	69,83
	<b>MEDIA</b>	<b>ACEPTABLE</b>
LY-02	69,1	73,85
	<b>MEDIA</b>	<b>EXCELENTE</b>
LY-03	64,49	68,64
	<b>MEDIA</b>	<b>ACEPTABLE</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 32-3:** Relación entre los índices INSF y de León

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

La Ilustración 32-3 muestra la relación que existe entre los resultados del Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento y el Índice de León, en donde se puede visualizar claramente una correlación entre los dos índices. Como se puede observar, en el punto LY-01 se encuentra una calidad del agua con valores similares encontrándose en el rango “Media” del INSF y en el rango “ACEPTABLE” del Índice de León (con respecto al rango para uso recreativo). Para el punto LY-02 se nota un incremento en la calidad del agua en ambos índices, este incremento es mas visible en el índice de León; sin embargo, al igual que en el primer punto los valores obtenidos aquí se asemejan encontrándose en los rangos de INSF de “MEDIA” y del Índice de León en “Excelente”

### 3.6. Evaluación de los aspectos ambientales significativos de la laguna de Yambo

**Tabla 34-3:** Matriz de evaluación de aspectos ambientales significativos de la laguna de Yambo

ÁREAS	ACTIVIDADES	ASPECTOS	IMPACTOS	IMPORTANCIA	MAGNITUD	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	IMPACTO CUANTITATIVO	IMPACTO CUALITATIVO
<b>COMIDA PREPARADA</b>	Desfundado de productos	Generación de residuos	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
	Lavado de hortalizas	Generación de efluentes	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
		Generación de residuos	Contaminación de suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
	Lavado de utensilios	Generación de efluentes	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
		Generación de residuos	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
	Desecho de aceites y grasas	Generación de efluentes	Contaminación de agua subterránea	4	-3	3	3	3	-108	E
	Coocción de alimentos	Generación de residuos	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
		Generación de vapores	Contaminación de aire y gases de emisión	1	-1	2	2	2	-6	A
		Cambios en la calidad del agua	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D



	Eliminación de plásticos	Generación de residuos sólido	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
<b>HOSPEDAJE</b>	Lavado de sábanas y cobijas	Generación de efluentes	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
	Recepción de huéspedes	Generación de residuos	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
	Aseo personal	Generación de efluentes	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
		Cambios en la calidad del agua	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
<b>PASEOS EN BOTE</b>	Recorrido en bote a motor en la laguna	Cambios en la calidad del agua	Contaminación de agua	3	-2	2	2	3	-42	D
			Alteración de fauna	3	-3	3	3	3	-81	E
<b>BAR/CAFETERÍA</b>	Recepción de productos	Sobre esfuerzo físico	Salud Física	2	-2	2	2	1	-20	B
	Lavado de utensilios	Generación de efluentes	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
		Generación de residuos	Contaminación de suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
	Eliminación de plástico, cartón y latas	Generación de residuos	Contaminación de suelo	3	-2	2	2	3	-42	D
<b>ICTIOTERAPIA</b>	Sumergimiento de pies en la laguna	Cambios en la calidad del agua	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D
	Uso de la fauna (peces) de la laguna	Cambios en la calidad del agua	Alteración de fauna	3	-3	3	3	3	-81	E

<b>CAMPING</b>	Armamiento de tiendas de campaña	Cambios en la calidad del suelo	Contaminación del suelo	2	-1	2	2	3	-14	<b>B</b>
	Realización de fogatas	Generación de humo	Contaminación de aire y gases de emisión	2	-2	2	2	3	-28	<b>C</b>
	Eliminación de plásticos, papel, cartón, etc.	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	<b>D</b>
<b>PARQUEADEROS</b>	Recepción de vehículos	Cambios en la calidad del suelo	Contaminación del suelo	3	-2	2	2	3	-42	<b>D</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

**Tabla 35-3:** Resumen de resultados de los aspectos ambientales significativos en la laguna de Yambo

Resultado de los aspectos evaluados en la laguna de Yambo												
Componente	Rango	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	Numérico	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
	Rango de bandas	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>N</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
COMIDA PREPARADA		1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0
HOSPEDAJE		0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PASEO EN BOTE		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BAR/CAFETERIA		0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ICTIOTERAPIA		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMPING		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
PARQUEADEROS		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		3	19	1	2	1	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

Como se puede observar en la tabla 35-3 se muestra el resumen de resultados de la matriz de evaluación de aspectos ambientales significativos, se establece en su mayoría un impacto negativo significativo sobre todo en el área de comida preparada (restaurantes) esto debido a que por esta actividad se producen desechos orgánicos e inorgánicos; así como también cambios en la calidad del agua ocasionando contaminación de agua superficial. Por otro lado, se registran tres actividades con gran impacto negativo distribuidos en actividades como restaurante, paseo en bote e ictioterapia; esto principalmente por que se tiene impacto en la fauna endémica del lugar al tener contacto directo con el agua de la laguna y en el caso de restaurantes principalmente por la generación de grasas y aceites que causan afectación grave en la calidad del agua. El resto de los impactos negativos se encuentran entre moderados y leves esto debido a que son actividades que no generan impactos a largo plazo o solo afecta al entorno en el que se encuentran.

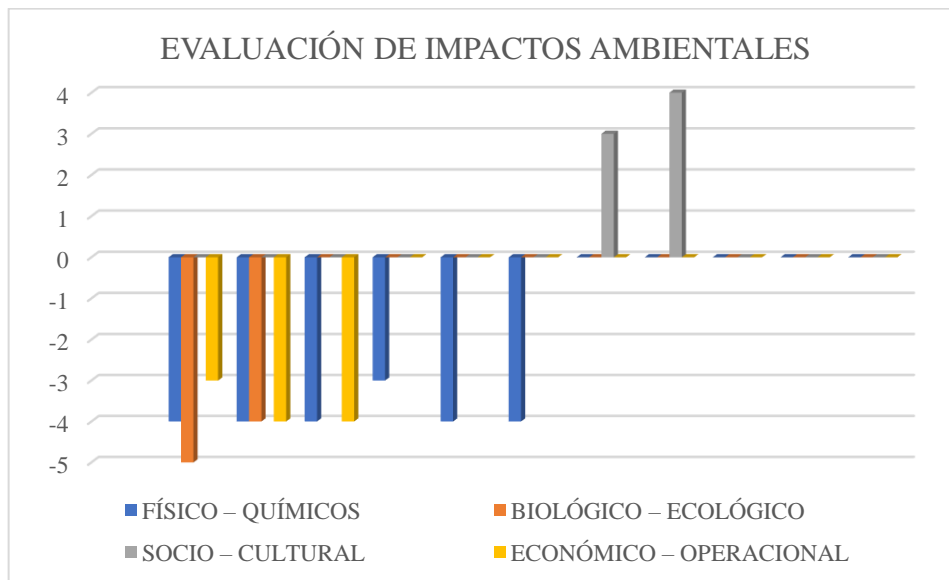
### 3.7. Evaluación de impactos ambientales

Tabla: 36-3: Matriz de evaluación de impactos ambientales

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA LAGUNA DE YAMBO									
COMPONENTES AMBIENTALES		IMPORTANCIA	MAGNITUD	PERMANENCIA	REVERSIBILIDAD	ACUMULACIÓN	IMPACTO CUANTITATIVO	IMPACTO CUALITATIVO	RANGO NUMÉRICO
FÍSICO QUÍMICOS	Contaminación de aire y gases de emisión	3	-2	2	2	3	-42	D	-4
	Contaminación de agua superficial	3	-2	2	2	3	-42	D	-4
	Contaminación de agua subterránea	3	-2	3	3	3	-54	D	-4
	Generación de ruido	3	-1	2	2	3	-21	C	-3
	Cambio de topografía y paisaje	2	-2	3	3	3	-36	D	-4
	Calidad y fertilidad del suelo	3	-2	3	3	3	-54	D	-4
BIOLÓGICO ECOLÓGICO	Alteración de flora y fauna	3	-3	3	3	3	-81	E	-5
	Biodiversidad	3	-2	2	2	2	-36	D	-4
SOCIO CULTURAL	Cambios estéticos	2	0	1	1	1	0	N	0
	Turismo	3	2	2	2	1	30	C	3
	Empleabilidad	3	3	2	2	2	54	D	4

ECONÓMICO – OPERACIONAL	Necesidad de un experto para su operación	1	0	2	1	1	0	N	0
	Necesidad de energía	2	-2	2	2	3	-28	C	-3
	Necesidad de suelo para su establecimiento	3	-2	2	3	3	-48	D	-4
	Necesidad de agua	3	-2	2	2	3	-42	D	-4
	Costos de inversión	1	0	2	2	1	0	N	0

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**Ilustración 33-3:** Evaluación de impactos ambientales

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

La evaluación de impactos ambientales físico – químicos establece que en su mayoría existen impactos negativos significativos debido a que por las actividades establecidas en la tabla 34-3 existe una emisión de gases, contaminación de agua superficial y subterránea, generación de ruido y afectaciones en la calidad del suelo.

Así mismo, en el componente biológico – ecológico por las actividades desarrolladas dentro de la laguna se ve afectado la flora y fauna del lugar, así como la biodiversidad por lo que se establecen impactos negativos significativos y de gran magnitud.

El componente socio – cultural registra impactos positivos moderados y significativos esto debido que las actividades de recreación desarrolladas en la laguna de Yambo benefician al turismo local, además que por los establecimientos existentes se generan empleos y esto sin generar cambios estéticos negativos en el lugar ya que por el contrario los negocios tienen una buena visibilidad estética.

Finalmente, el aspecto económico – operacional establece impactos negativos significativos y moderados ya que para los negocios existentes en el lugar es necesario el uso de energía, así como también del uso de suelo para su establecimiento y el uso de agua lo que justifica el resultado obtenido.

### **3.8. Cumplimiento de la legislación**

**Tabla 37-3:** Matriz de cumplimiento de legislación

<b>Matriz de cumplimiento de la legislación</b>					
<b>N°</b>	<b>Normativa Ambiental</b>	<b>C</b>	<b>C +/-</b>	<b>NC</b>	<b>% CUMPLIMIENTO</b>
<b>1.</b>	<b><i>Constitución de la Republica del Ecuador</i></b>				
1.1	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados,		X		50%
1.2	Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural		X		50%
1.3	Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas (...)			X	0%
<b>2.</b>	<b><i>Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua</i></b>				

2.1	Art. 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes. Las competencias son: (...) o) El estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable juntas de riego, los consumidores y usuarios corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua (...)		X		50%
2.2	Art 21.- Agencia y Regulación y Control del Agua. La agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA). (...) o) La agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos Hídricos de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes (...)			X	0%
2.3	Art. 115.- Aprovechamiento turístico del agua. El agua utilizada en actividades turísticas recreacionales permanentes deberá contar con la autorización de aprovechamiento productivo otorgado por la Autoridad Única del Agua, de conformidad con los requisitos, condiciones y procedimientos establecidos en esta Ley y su Reglamento. Al efecto, la Autoridad Única del Agua coordinará con la Autoridad Nacional de Turismo			X	0%
<b>PROMEDIO DE CUMPLIMIENTO</b>					<b>25%</b>

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

La laguna de Yambo registra un 25% de cumplimiento de la normativa, esto debido principalmente a que no se cumple con los procedimientos que son necesarios para detectar un impacto negativo y sobre todo tratándose de un lugar turístico en el cual debe existir una regulación y control por parte de las autoridades competentes. Sin embargo, en la medida de lo posible se intenta manejar el menor impacto posible a la calidad del agua de la laguna contando con pozos sépticos lo que implica que no exista un descargue directo a la laguna.



## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS DE LA LAGUNA DE YAMBO UBICADA EN EL CANTON SALCEDO

#### 4.1. Introducción

Actualmente el turismo representa una gran fuente de ingreso para una región o país, sin embargo, el desarrollo turístico lleva consigo una cadena de impacto ambientales que en su mayoría resultan ser negativos. Generalmente, los lugares turísticos implican en sí mismos uso de recursos naturales o explotación de la naturaleza ocasionando de esta forma contaminación de suelo o agua, así como generación de desechos orgánicos e inorgánicos, deterioro de cuerpos de agua, contaminación del aire, etc.

Con la intención de promover políticas públicas de cuidado medio ambiental, así como también crear conciencia social se presenta una propuesta que busca mitigar los impactos ambientales ocasionados por las actividades turísticas en la laguna de Yambo ubicada en el cantón Salcedo promoviendo el cuidado del medio ambiente a través de la implementación de planes de manejo ambiental y de la misma forma lograr que la comunidad se involucre concientizando a través del manejo de buenas prácticas ambientales.

La laguna de Yambo representa un importante destino turístico para el cantón Salcedo llegando a recibir hasta 2088 turistas por semana, siendo así una gran fuente de empleos, pero también generando residuos y cambios en la calidad del agua y el suelo. Es por esta razón que se requiere tener un control de los factores ambientales afectados a través de planes de manejo, autorizaciones de aprovechamiento productivo, entre otros.

La presente propuesta es un instrumento de gestión y control que contribuye al desarrollo de acciones encaminadas a una mitigación de impactos que, mediante actividades de capacitación, campañas de sensibilización y acciones ambientales administrativas busca establecer un método que ayude a mitigar los impactos ambientales negativos y conseguir un equilibrio entre aprovechamiento de los recursos naturales con enfoque ecológico.

#### 4.2. Base legal

##### 4.2.1. *Constitución de la República del Ecuador*

En el título II, Capítulo segundo, derechos del buen vivir, corresponde a la sección segunda de ambiente sano, en el artículo 14 y 15 se refiere a:

“**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

“**Art. 15.-** El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el título V, Capítulo cuarto, que corresponde al régimen de competencias, en el artículo 264 se refiere a:

“**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el Título VII, Régimen del buen vivir, corresponde al capítulo segundo de la Biodiversidad y recursos naturales en el artículo 396 se refiere a:

“**Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas (...)” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

En el Título VII, Régimen del buen vivir, corresponde a la sección sexta del agua, en los artículos 411 y 412 se refieren a:

“**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.” (Constitución de la república del Ecuador 2008).

#### **4.2.2. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua**

De acuerdo con el Título II, Recursos Hídricos, corresponde al capítulo 1, en el artículo 12 y 18 que se refiere a:

“**Art 18.-** Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua. Las competencias son: (...) o) Asegurar la protección, conservación, manejo integrado y aprovechamiento sustentable de las reservas de aguas superficiales y subterráneas (...)” (Barrezueta 2014).

De acuerdo con el Título IV, Aprovechamiento del Agua, corresponde al capítulo I, De los tipos de aprovechamiento productivo, en el artículo 115 que se refiere a:

“**Art. 115.-** Aprovechamiento turístico del agua. El agua utilizada en actividades turísticas recreacionales permanentes deberá contar con la autorización de aprovechamiento productivo otorgado por la Autoridad Única del Agua, de conformidad con los requisitos, condiciones y procedimientos establecidos en esta Ley y su Reglamento. Al efecto, la Autoridad Única del Agua coordinará con la Autoridad Nacional de Turismo” (Barrezueta, 2014).

#### **4.3. Justificación**

La propuesta esta fundamentalmente diseñada para buscar mitigar los impactos ambientales negativos basándose principalmente en un control de parte de las autoridades y la concientización de los trabajadores.

El presente plan está compuesto por un conjunto de medidas que concluyen en la implementación de acciones municipales y gubernamentales con el fin de reducir y controlar las acciones negativas que supongan un daño para la naturaleza y sus componentes. Dicho plan se complementa con las acciones del personal ya que su postura ante la implementación de este plan es esencial para cumplir los objetivos planteados.

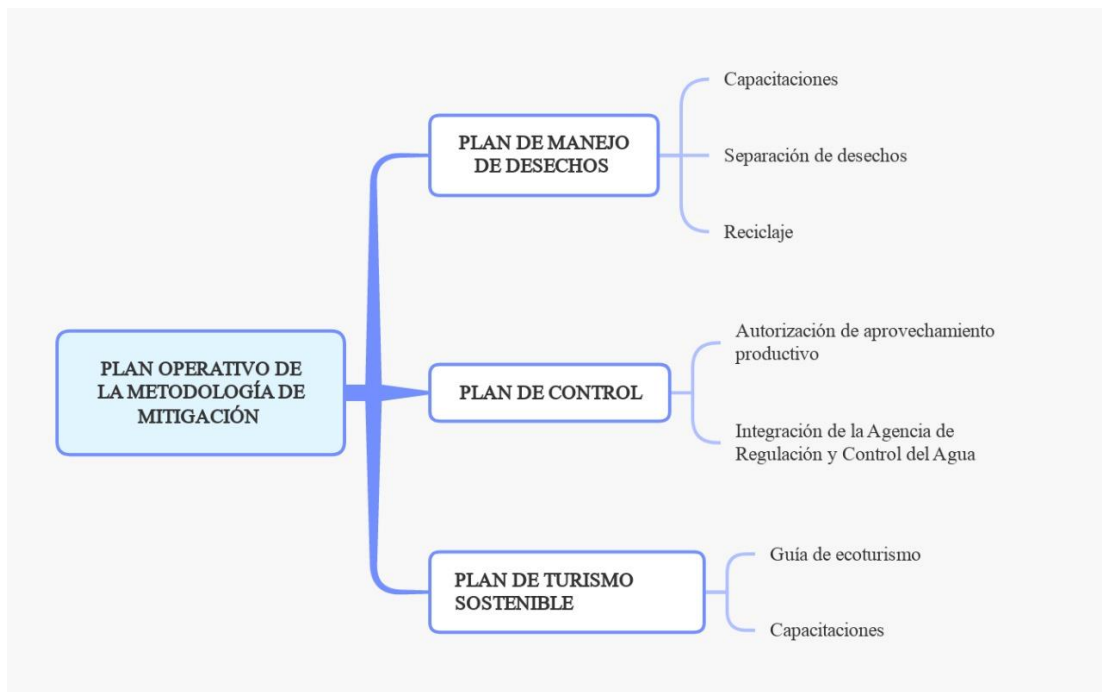
Debido a los resultados obtenidos en la evaluación de impacto ambiental de las actividades que se realizan en la laguna de Yambo se vuelve necesario realizar este programa de mitigación de impactos enfocado en que exista un mejor control turístico en el lugar.

#### 4.4. Beneficios de la implementación del programa

Con la implementación de esta propuesta se espera lograr un control de las actividades desarrolladas en el lugar lo que conlleva a una reducción de impactos negativos significativos logrando establecer un equilibrio entre el turismo y el cuidado de los recursos naturales.

Además del evidente impacto positivo que se verá reflejado en la zona de estudio y de impacto directo, también se logrará mitigar los impactos externos al lugar causados debido a la generación de desechos sólidos y efluentes, que si bien, no afectan directamente a la calidad del agua de la laguna si lo hace de manera externa a la misma.

#### 4.5. Plan operativo de mitigación de impactos



**Ilustración 34-3:** Metodología del Plan Operativo de Mitigación de Impactos

**Realizado por:** Cabrera, Carol, 2022.

**Tabla 38-3:** Matriz del Plan Operativo de Mitigación de Impactos

<b>PLAN OPERATIVO DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS</b>						
<b>MEDIDA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PERIODICIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PRESUPUESTO</b>
<b>PLAN DE MANEJO DE DESECHOS</b>						
Capacitaciones	Capacitar a los propietarios y trabajadores de los locales comerciales acerca del correcto manejo de desechos.	Los temas a tratarse en las capacitaciones son: -Definición de manejo de desechos. -Como identificar los diferentes tipos de desechos. -Como separar correctamente los desechos.	La capacitación tendrá una duración de entre 1 y 2 horas y se realizará en el mes de enero.	Anual	Registro de asistencia/Registro fotográfico	\$100
Separación de desechos	Implementar contenedores de basura en locales y áreas comunes que permitan una correcta separación de desechos.	Compra de contenedores de basura que contenga separaciones para cada tipo de desecho, ubicando al menos 5 contenedores entre áreas comunes y locales comerciales	No aplica	Cada 5 años	Registro fotográfico	\$1.750

Reciclaje	Establecer medidas que permitan reciclar los desechos debidamente separados.	Establecer un día de "minga" en donde se pueda organizar los desechos con la separación antes realizada para que mediante la gestión del GAD. Municipal de Salcedo se logre su recolección y a través de su convenio con la Asociación de Recicladores Príncipe San Miguel se logre el objetivo de dar una buena disposición final de dichos desechos para su correcto reciclaje.	La medida se establecerá el último lunes de cada mes, considerando este como el día en el que se registra menos afluencia turística.	Mensual	Registro de recolección/Registro fotográfico	NO APLICA Medida sin costo
-----------	--	---	--	---------	--	-------------------------------

**PLAN DE REGULARIZACIÓN Y CONTROL**

<p>Autorización de aprovechamiento productivo</p>	<p>Obtener una autorización de aprovechamiento productivo del agua enfocado al uso turístico.</p>	<p>Toda persona natural que obtenga un aprovechamiento turístico del agua deberá obtener la autorización de dicho aprovechamiento realizando la solicitud online mediante la página del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica anexando los requisitos y siguiendo el proceso de dicho trámite.</p>	<p>No aplica</p>	<p>Cada 10 años</p>	<p>Documento de Autorización de aprovechamiento productivo del agua para uso turístico</p>	<p>NO APLICA Medida sin costo</p>
<p>Integración de la Agencia de Regulación y Control del Agua</p>	<p>Obtener el informe de control y cumplimiento de obligaciones.</p>	<p>Una vez obtenida la autorización de aprovechamiento productivo del agua se procederá a emitir la resolución al ARCA misma que realizará una inspección y control de las obligaciones por parte</p>	<p>La medida según lo establece la ley será realizada cada año o por solicitud de la parte interesada.</p>	<p>Anual</p>	<p>Informe de cumplimiento de obligaciones</p>	<p>NO APLICA Medida sin costo</p>

		de las personas naturales beneficiadas con el aprovechamiento de agua.				
<b>PLAN DE TURISMO SOSTENIBLE</b>						
Guía de ecoturismo	Realizar una guía para las mejores prácticas de ecoturismo	Se realizará una guía para las mejores prácticas ambientales a través del GAD Municipal de Salcedo en donde se contemple: -Planificación y manejo de recursos -Diseño del programa de Ecoturismo -Gestión Socioambiental -Manejo Administrativo y Financiero	No aplica	No aplica	Documento de Guía de Ecoturismo	\$2.000



Capacitaciones	Capacitar a los propietarios y trabajadores de los locales comerciales acerca de ecoturismo.	Los temas a tratarse en las capacitaciones son: -Definición de ecoturismo. -Turismo alternativo. - Perfil de un ecoturista -Medidas que se pueden implementar en una actividad para lograr un turismo sostenible	La capacitación tendrá una duración de entre 1 y 2 horas y se realizará en el mes de enero.	Anual	Registro de asistencia/Registro fotográfico	\$100
----------------	--	--	---	-------	---	-------

Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.

## CONCLUSIONES

- Se evaluó el impacto ambiental de la calidad del agua de la laguna de Yambo aplicando el Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (INSF) y el Índice de León. En el índice NSF se registraron resultados que establecieron una calidad de agua “Media”. Con respecto al Índice de León se registraron valores que se encontraron entre los rangos “Aceptable” y “Excelente” de calidad del agua.
- Mediante la aplicación de los índices NSF y de León se determinó un resultado promedio de 66.97 y 70.77 respectivamente. Dichos resultados establecen una calidad del agua “Media” para el índice NSF y “Excelente” para el índice de León. Con respecto al índice NSF el resultado refleja que en general existe poca diversidad de vida acuática y gran crecimiento de algas concordando con los análisis físico-químicos evaluados. Por otro lado, el resultado del índice de León en cuanto a la escala de uso recreativo refleja que se permite todo tipo de deporte acuático (E), sin embargo, dicho valor se encuentra al límite de este rango lo que implica que a mediano o largo plazo puede generarse un mayor deterioro de la calidad del agua.
- Se analizó la influencia del turismo en el deterioro de la calidad del agua, estableciendo que en los puntos LY-01 y LY-03, donde existe más influencia de actividades turísticas reflejan índices de calidad bajos tanto para el índice NSF como para el de León; y por otro lado el punto LY-02 registra índices de calidad más altos llegando a estar entre “Aceptable” y “Excelente” y dado que este punto es el de menor influencia antropogénica se concluye que si existe una relación turismo – impacto.
- Se realizó un análisis de los parámetros físico – químicos y biológicos medidos en la laguna de Yambo estableciendo resultados negativos para los parámetros turbidez, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos debido principalmente a la gran presencia de algas lo que genera que exista menos biodiversidad de flora y fauna dentro de la misma lo que sugiere que existe gran presencia de sales y minerales provocando procesos excesivos de eutrofización.
- Mediante la aplicación del RIAM (Rapid Impact Assessment Matrix) se evaluaron los impactos ambientales de las actividades que se desarrollan en la laguna de Yambo obteniendo en mayor medida impactos negativos significativos ocasionados por la generación de desechos, generación de humo, generación de efluentes y cambios en la calidad del aire y suelo; además de la alteración de flora y fauna del lugar que por la naturaleza de la actividad tienen contacto directo con el agua de la laguna, concluyendo que dichas actividades son las que afectan directamente a la calidad del agua de la laguna de Yambo. Y por otro lado únicamente se identificaron impactos positivos en cuanto a empleabilidad y turismo.

- Se establecieron medidas que ayuden a mitigar los impactos ambientales evaluados mediante un plan operativo en donde se propusieron medidas como capacitaciones en manejo de desechos y ecoturismo, así como también reciclaje y sistemas de regularización y control por parte de la autoridad competente con el fin de establecer un mejor control y manejo de los recursos naturales, así como su aprovechamiento responsable.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a las autoridades y trabajadores del lugar se comprometan en implementar el plan operativo de mitigación de impactos con el fin de lograr los objetivos ya que mediante este se obtendrá un beneficio para el ambiente y así poder seguir desarrollando actividades en la laguna lo que también representa un beneficio para los trabajadores y dueños de los negocios.
- Incentivar a propietarios y trabajadores a dirigirse a un enfoque ecoturístico de manera que estén en la capacidad de aplicar este principio en sus negocios y a las actividades de recreación.
- Priorizar la regularización y control de las actividades y afluencia turística de la laguna especialmente a las actividades que puedan estar generando un impacto negativo directo en la calidad del agua de la laguna.
- Es necesario implementar más parámetros físico – químicos y microbiológicos con el fin de enriquecer los resultados obtenidos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AURAZO, M.** *Aspectos biológicos de la calidad del agua* [En línea]. 2004. pp. 59-97. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/dos.pdf>

**BARRENECHEA, A.** *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua* [En línea]. 2004. pp. 3-55. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>

**BARREZUETA.** *LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA.* Quito-Ecuador. 2014.

**BUÑAY, M.** Estudio de la calidad del agua de la micro cuenca del río tingo mediante la utilización de un índice de calidad del agua (WQI) y la identificación de macro invertebrados como bio indicadores, para el Gad Provincial de Chimborazo [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 5-104. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6172/1/236T0217.pdf>

**BURGASI, D.; & CAYO, T.** Diagnóstico ambiental del ecosistema de la laguna de Yambo, cantón Salcedo, provincia Cotopaxi, periodo 2015 [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador. 2016. pp. 5-140. [Consulta: 22 julio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3250/1/T-UTC-00517.pdf>

**DÍAZ, A.** Caracterización físico – química y bacteriológica de aguas de la laguna de Yambo de la zona central del Ecuador [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud. Ambato-Ecuador. 2019. pp. 2-72. [Consulta: 26 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29155/2/Díaz%20Erriaz%2c%20Andrea%20del%20Pilar.pdf>

**ENCA.** *ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA.* Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente. 2016. pp. 1-97.

**ESCOBAR, S.; et al.** “Calidad fisicoquímica del agua de la laguna Colta. Chimborazo, Ecuador”. *FIGEMPA* [En línea]. 2021, 1(1). pp. 76-81. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/3135/3785>

**ESPINOSA, C.; & MARQUEZ, K.** “Evaluación del impacto en la calidad del agua superficial del área de influencia de la Refinería Batalla de Santa Inés, Barinas, Venezuela”. *Rev.Fac. Ing. UCV* [En línea]. 2014, 29(2). pp. 51-60.

**GAD SALCEDO.** *Plan de gestión integral de destino turístico y ambiental laguna de Yambo.* Salcedo-Ecuador: GAD. 2020. pp. 1-106.

**GARCÍA, J.; et al.** “Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador”. *Ingeniería del Agua* [En línea]. 2021, 25(2). pp. 115-126. [Consulta: 26 junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/Ia.2021.13921>

**GONZÁLEZ, M; et al.** “Calidad fisicoquímica del agua de la laguna volcánica cratérica Quilotoa. Cotopaxi. Ecuador”. *Rev. Perspectiva* [En línea]. 2020, 21(1). pp. 71-83. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22872/1/Calidad%20fisicoquímica%20del%20agua%20de%20laguna%20volcánica.%20Quilotoa.%20Cotopaxi.%20Ecuador.pdf>

**ICAS.** *Capítulo II: INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA. Generalidades.* Universidad de Pamplona. 2016. pp. 27-35.

**ICAS.** *Capítulo III: ÍNDICES DE CALIDAD (ICAs) Y DE CONTAMINACIÓN (ICOs) DEL AGUA DE IMPORTANCIA MUNDIAL.* Universidad de Pamplona. 2016. pp. 43-113.

**LIBRO VI ANEXO 1. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA**

**ORQUERA, E.; & CABRERA M.** “Caracterización del estado trófico de la laguna de yambo mediante análisis de fósforo”. *InfoAnalítica* [En línea]. 2020, 8(1). pp. 99-111. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.26807/ia.v8i1.119>

**REGISTRO OFICIAL 449. CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR.** 2008

**ROBERTI, L.** Lagos, lagunas y embalses (reservorios). *SSWM* [En línea]. 2006. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/fuentes-de-abastecimiento-de-agua/lagos%2C-lagunas-y-embalses-%28reservorios%29>

**TOAPANTA, M.** Determinación del estado trófico de la laguna de yambo a través de la cuantificación de clorofila “A” [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Quito-Ecuador. 2017. pp. 5-140. [Consulta: 22 julio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13141/1/T-UCE-0012-39.pdf>

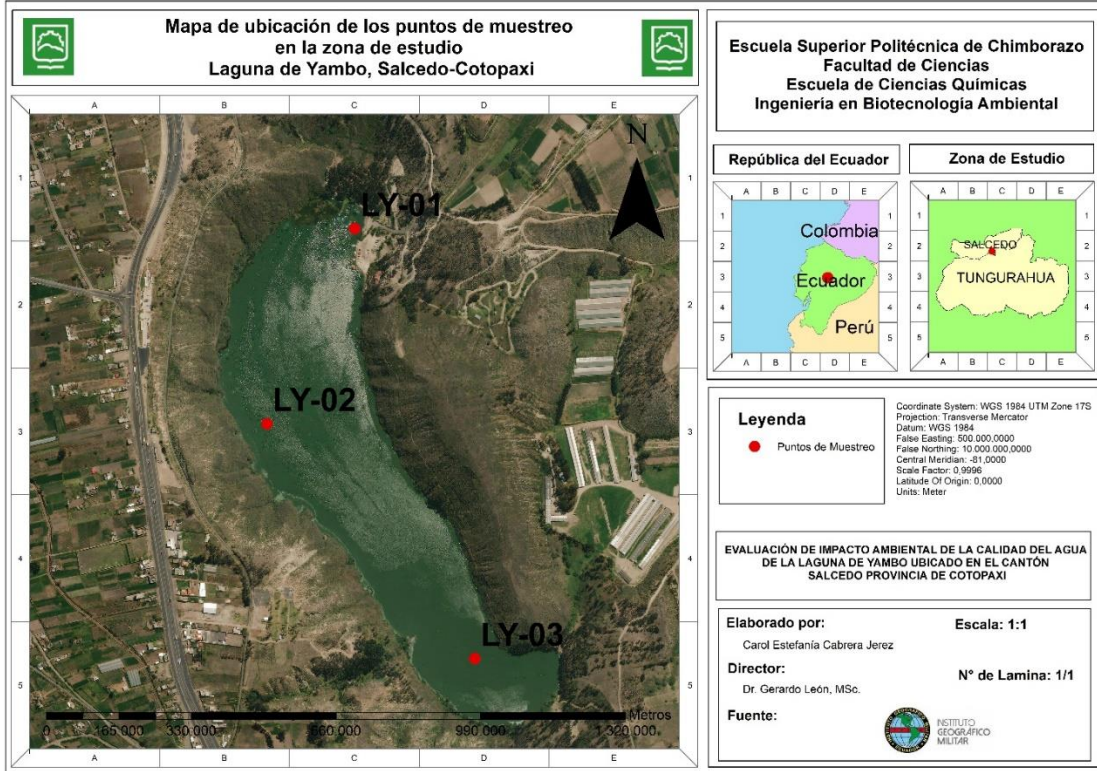
**UICN.** *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* [En línea]. 2018. [Consulta: 22 julio 2022]. Disponible en: <https://www.iucn.org/es>

**ZHICAY, M.** Programa de gestión integral de residuos del mercado central de la ciudad de macas, con enfoque en las 3R’s [En línea]. (Trabajo de Titulación) (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Macas-Ecuador. 2018. pp. 5-98. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10123/1/236T0357.pdf>



# ANEXOS

## ANEXO A: MAPA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO



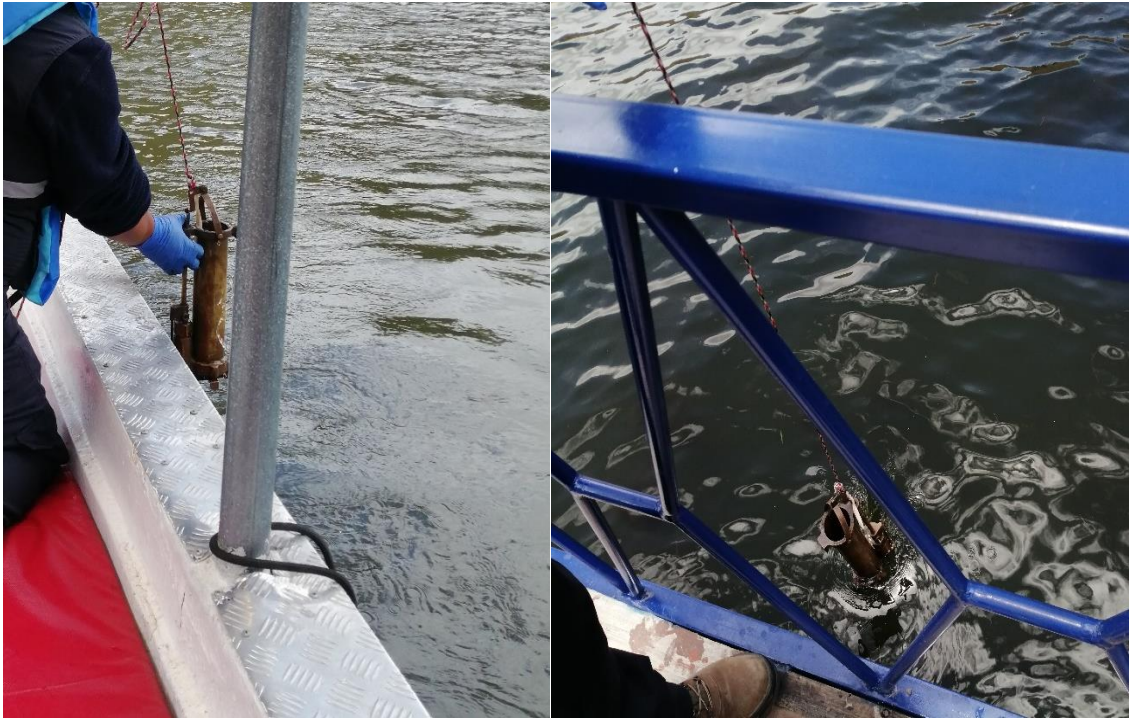
Realizado por: Cabrera, Carol, 2022.



**ANEXO B: TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DEL PRIMER MONITOREO**



**ANEXO C: TOMA DE MUESTRAS DEL SEGUNDO MONITOREO**







**ANEXO D: TOMA DE MUESTRAS DEL TERCER MONITOREO**





## ANEXO E: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LOS TRES MUESTREOS

Acreditación N° SAE LEN 06-002  
LABORATORIO DE ENSAYOS

CERT #5224.01  
CERT #5224.02

---

### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF-LASA-15-10-21-4878  
ORDEN DE TRABAJO No. 21-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA		DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO/FAX: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO - MUELLE #1-A 1M DE PROFUNDIDAD	
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 11H45 - 11H50		CODIGO INICIAL: M1	


Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	INGRESO AL LABORATORIO: 01/10/2021	
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-13496	COORDENADAS: 17M X-0768384-Y-9878660	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

#### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
7	FOSFATOS (ORTOFOSFATOS)	mg/l PO4	0,731	-	± 8%	*PEE.LASA.FQ.09b APHA 4500-P E
8	FOSFORO TOTAL	mg/l P	0,49	-	± 21,9%	*PEE.LASA.FQ.09c APHA 4500-P B y E
9	MAGNESIO	mg/l	144,4	-	± 21,1%	*PEE.LASA.FQ.01d APHA 2340 C, 3500-Ca R, 3500-Mg B
10	N-NITRATOS	mg/l	0,2738	50 mg/l NO <sub>3</sub> (11,3 mg/l N-NO <sub>3</sub> )	± 36%	*PEE.LASA.FQ.23 APHA 4500-NO <sub>3</sub> B
11	OXIGENO DISUELT <sup>(1)</sup>	%	105,9	-	-	*PEE.LASA.CP.05 APHA 4500-O H *
12	pH <sup>(2)</sup>	Unidades de pH	8,41	6 - 9	± 0,44 Unid. De pH <sup>(3)</sup>	*PEE.LASA.CP.01 APHA 4500-H B
13	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	<0,6	-	± 30%	*PEE.LASA.FQ.48 APHA 2540 F
14	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	24	-	± 28%	*PEE.LASA.FQ.05 APHA 2540 D
15	SÓLIDOS TOTALES SUMATORIA	mg/l	1070	-	± 9%	*PEE.LASA.FQ.19 APHA 2540 Sólidos disueltos +
16	TURBIEDAD	NTU	11,5	-	± 8,5%	PEE. LASA.FQ 2130 APHA 2130-B

Los ensayos marcados con \* NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.  
Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.  
<sup>(1)</sup> Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental. Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.  
<sup>(2)</sup> Tomados en las instalaciones del cliente.  
<sup>(3)</sup> El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.  
**NOTA:** Se modifica (03/12/2021) \*Se cambia normativa de comparación



QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.  
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 2 de 2

Juan Ignacio Pareja 065-97 y Simón Cárdenas |clientes@laboratoriolasa.com  
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705



### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF-LASA-15-10-21-4878  
ORDEN DE TRABAJO No. 21-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA	DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO - MUELLE #1-A 1M DE PROFUNDIDAD
TÉLEFONO/FAX: 0992781715	IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 11H45 - 11H50	CODIGO INICIAL: M1	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	INGRESO AL LABORATORIO: 01/10/2021	
FECHA DE ANALISIS: 01-15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-13496	COORDENADAS: 17M X-0768384-Y-9878660	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

PLAN DE MUESTREO	MÉTODO DE MUESTREO
155 RE	PEE.LASA.CP.02 ISO 5667-10:1992; NTE INEN- ISO 5667-3:2014; NTE INEN- ISO 5667-1:2014-01 (Acreditado para pH, conductividad y sólidos suspendidos totales)

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CALCIO	mg/l	30,5	-	± 15%	* PEE.LASA.FQ.01d APHA 5500 Ca B
2	CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg/l	8,4	-	± 25%	* PEE.LASA.FQ.04 b APHA 5220-D *
3	CARBONATOS (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	128,4	-	-	Volúmetría APHA 2320 B *
4	CONDUCTIVIDAD <sup>(1)</sup>	µS/cm	2250	-	± 9,78% <sup>(2)</sup>	* PEE.LASA.CP.03 APHA 2510 -B
5	D.B.O5 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	mg/l	4,44	<2	-	* PEE.LASA.FQ.07 APHA 5210 B *
6	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	21,3	<4	± 25%	* PEE.LASA.FQ.04 B APHA 5220 D

Los ensayos marcados con \* NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

<sup>(1)</sup> Valores de referencia tomando de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental, Tabla 1- Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

<sup>(2)</sup> Tomados en las instalaciones del cliente.

<sup>(3)</sup> El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (03/12/2021) \*Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación\*

QUÍM. PABLO SAAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 2



### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA-15-10-21-4878  
ORDEN DE TRABAJO No. 21-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA		DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO/FAX: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO - PUNTO MEDIO LAGUNA-A 2M DE PROFUNDIDAD	
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 13H05 - 13H15		CODIGO INICIAL: M2	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	INGRESO AL LABORATORIO: 01/10/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-13497	COORDENADAS: 17M X-0768184-Y-9878215	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

PLAN DE MUESTREO	MÉTODO DE MUESTREO
155 RE	PEE.LASA.CP.02 ISO 5667-10:1992-NTE INEN- ISO 5667-3:2014-NTE INEN-ISO 5667-1:2014-01 (Acreditado para pH, conductividad)

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CALCIO	mg/l	29,3	-	± 15%	* PEE.LASA.FQ.01d APHA 3500 C <sub>a</sub> B
2	CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg/l	4,3	-	± 28%	* PEE.LASA.FQ.04 b APHA 5220-D *
3	CARBONATOS (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	158,64	-	-	* Volumetría APHA 2320 B *
4	CONDUCTIVIDAD (2)	µS/cm	2240	-	± 9,78% (3)	* PEE.LASA.CP.03 APHA 2510 -B
5	D.B.05 DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	3,3	<2	-	* PEE.LASA.FQ.07 APHA 5210 B *
6	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	11,0	<4	± 28%	* PEE.LASA.FQ.04 B APHA 5220 D *

Los ensayos marcados con \* NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.  
Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

(1) Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N°097, Libro VI de la Calidad Ambiental, Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

(2) Tomados en las instalaciones del cliente.

(3) El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (03/12/2021) \* Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación \*

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.  
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasas.com)



### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF.LASA-15-10-21-4878  
ORDEN DE TRABAJO No. 21-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA		DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO/FAX: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO - PUNTO MEDIO LAGUNA-A 2M DE PROFUNDIDAD	
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 13H05 - 13H15		CODIGO INICIAL: M2	

Información suministrada por el cliente

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	INGRESO AL LABORATORIO: 01/10/2021
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-13497	COORDENADAS: 17M X-0768184-Y-9878215	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
7	FOSFATOS (ORTOFOSFATOS)	mg/l PO <sub>4</sub>	0,493	-	± 10%	* PEE.LASA.FQ.09b APHA 4500-P-E
8	FOSFORO TOTAL	mg/l P	0,39	-	± 21,9%	* PEE.LASA.FQ.09c APHA 4500-P-B y-E
9	MAGNESIO	mg/l	146,3	-	± 21,1%	* PEE.LASA.FQ.01d APHA 2340 C, 3500-C <sub>a</sub> B, 3500-Mg-B
10	N-NITRATOS	mg/l	0,0819	50 mg/l NO <sub>3</sub> (11,3 mg/l N-NO <sub>3</sub> -)	± 36%	* PEE.LASA.FQ.23 APHA 4500-NO <sub>3</sub> -B *
11	OXÍGENO DISUELTU (2)	%	125	-	-	* PEE.LASA.CP.05 APHA 4500 O H *
12	pH (2)	Unidades de pH	8,58	6 - 9	± 0,44 Unid. De pH (3)	* PEE.LASA.CP.01 APHA 4500 H <sub>2</sub> -B
13	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	<0,6	-	± 30%	* PEE.LASA.FQ.48 APHA 2540 F
14	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	10	-	± 28%	* PEE.LASA.FQ.05 APHA 2540 D *
15	SÓLIDOS TOTALES SUMATORIA	mg/l	1099,0	-	± 9%	* PEE.LASA.FQ.19 APHA 2540 Sólidos disueltos +
16	TURBEDAD	NTU	3,9	-	± 8,5%	PEE.LASA.FQ.2130 APHA 2130-B

Los ensayos marcados con \* NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE  
Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.  
Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

(1) Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N°097, Libro VI de la Calidad Ambiental, Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

(2) Tomados en las instalaciones del cliente.

(3) El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (03/12/2021) \* Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación \*

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos.  
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.  
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasas.com)



### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF LASA-15-10-21-4879  
ORDEN DE TRABAJO No. 21-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA		DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO/FAX: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO - PUNTO FINAL-A 2M DE PROFUNDIDAD	
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 13H20 - 13H25		CODIGO INICIAL: M3	

*Información suministrada por el cliente*

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	INGRESO AL LABORATORIO: 01/10/2021	
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-13498	COORDENADAS: 17M X-0768658-Y-9877680	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

PLAN DE MUESTREO	MÉTODO DE MUESTREO
155 RE	PEE LASA CP-02 ISO 5667-10:1992; NTE INEN- ISO 5667-3:2014-NTE INEN- ISO 5667-1:2014-01 (Acreditado para pH, conductividad y sólidos suspendidos totales)

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	CALCIO	mg/l	30,5	-	± 15%	*PEE LASA FQ.01d APHA 5500 Ca-B
2	CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg/l	4,4	-	± 28%	*PEE LASA FQ.04 b APHA 5220-D *
3	CARBONATOS (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	141	-	-	<sup>1</sup> Volumetría APHA 2320 B *
4	CONDUCTIVIDAD (25)	µS/cm	2310	-	± 9,78% (1)	<sup>1</sup> PEE LASA CP.03 APHA 2510-4B
5	D.B.5 DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO D.O.5	mg/l	2,78	<2	-	<sup>1</sup> PEE LASA FQ.07 APHA 5210 B *
6	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	11,1	<4	± 28%	*PEE LASA FQ.04 B APHA 5220 D *

Los ensayos marcados con \* NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE. Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA. Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

(1) Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental, Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

(2) Tomados en las instalaciones del cliente.

(3) El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (03/12/2021) \*Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación\*

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio. LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos. Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito. El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasas.com](http://www.laboratoriolasas.com))



### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INFORME INF LASA-15-10-21-4879  
ORDEN DE TRABAJO No. 21-4942

INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA		DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO/FAX: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO - PUNTO FINAL-A 2M DE PROFUNDIDAD	
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 13H20 - 13H25		CODIGO INICIAL: M3	

*Información suministrada por el cliente*

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	INGRESO AL LABORATORIO: 01/10/2021	
FECHA DE ANÁLISIS: 01-15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 21-13498	COORDENADAS: 17M X-0768658-Y-9877680	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

### ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
7	FOSFATOS (ORTOFOSFATOS)	mg/l PO4	0,627	-	± 10%	<sup>1</sup> PEE LASA FQ.09b APHA 4500-P E
8	FOSFORO TOTAL	mg/l P	0,38	-	± 21,9%	<sup>1</sup> PEE LASA FQ.09c APHA 4500-P B y E
9	MAGNESIO	mg/l	148,0	-	± 21,1%	<sup>1</sup> PEE LASA FQ.01d APHA 2340 C, 3500-Ca B, 3500-Mg B
10	N-NITRATOS	mg/l	0,0697	50 mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (11,3 mg/l N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	± 36%	<sup>1</sup> PEE LASA FQ.23 APHA 4500-NO <sub>3</sub> -B *
11	OXÍGENO DISUELTOS (2)	%	84,4	-	-	<sup>1</sup> PEE LASA CP.05 APHA 4500-O H *
12	pH (2)	Unidades de pH	8,56	6 - 9	± 0,44 Unid. De pH (3)	<sup>1</sup> PEE LASA CP.01 APHA 4500 H+ B
13	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	<0,6	-	± 30%	<sup>1</sup> PEE LASA FQ.48 APHA 2540 F
14	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	8	-	± 28%	*PEE LASA FQ.05 APHA 2540 D *
15	SÓLIDOS TOTALES SUMATORIA	mg/l	1104,0	-	± 9%	*PEE LASA FQ.19 APHA 2540 Sólidos disueltos +
16	TURBIDEZ	NTU	18,6	-	± 8,5%	PEE LASA FQ.2130 APHA 2130-B

Los ensayos marcados con \* NO están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Los ensayos marcados con (b) NO están incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

Los ensayos marcados con (a) ESTÁN incluidos en el alcance de acreditación de A2LA.

(1) Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N° 097, Libro VI de la Calidad Ambiental, Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

(2) Tomados en las instalaciones del cliente.

(3) El valor de incertidumbre declarado incluye la contribución de la incertidumbre de muestreo.

NOTA: Se modifica (03/12/2021) \*Se cambia forma de expresión de resultados y se cambia normativa de comparación\*

QUÍM. PABLO SAAVEDRA  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio. LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de la muestra así como sus datos descriptivos. Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito. El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasas.com](http://www.laboratoriolasas.com))





LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

## INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INF. LASA 15/10/2021 - 7354  
ORDEN DE TRABAJO N° 21-4942

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITANTE: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA	DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 11H45 - 11H50	PROCEDENCIA: LAGUNA YAMBO- M1 MUELLE #1	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
FECHA DE RECEPCIÓN: 01/10/2021	FECHA DE ANÁLISIS: 01 AL. 15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021
CÓD. MUESTRA: 21-13496	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	COORDENADAS 17M X: 0768384 Y: 9878660

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	23 X 10 <sup>2</sup>	-	-	PEE LASA.MB.01a APHA 9221 B. Ed 23. 2017
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	<1.8	1000	-	PEE LASA.MB.27 APHA 9221 F. Ed 23. 2017*

Los ensayos marcados con \* están fuera del alcance de acreditación del SAE.  
\*1.8 Ausencia de microorganismos.  
\*Valores de referencia tomados de Acuerdo Ministerial N°597 Libro VI de la calidad ambiental. Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.  
Se modifica 07/12/2021 "Se incluye valores de referencia"

Mcb. David Bonifaz  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohíbe la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio  
por el contenido no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de muestra así como sus datos descriptivos.  
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confiabilidad de la información y los resultados.  
(La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com).  
Los criterios de conformidad serán enviados solamente si el cliente lo solicita por escrito. Página 1 de 1

Juan Ignacio Pareja 0e5-97 y Simón Cárdenas |clientes@laboratoriolasa.com  
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705



LABORATORIO DE  
ENSAYO ACREDITADO  
POR SAE CON  
ACREDITACIÓN  
N° SAE LEN 06-002

## INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INF. LASA 15/10/2021 - 7355  
ORDEN DE TRABAJO N° 21-4942

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITANTE: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA	DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCONEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 13H05 - 13H15	PROCEDENCIA: M2 PUNTO MEDIO LAGUNA	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
FECHA DE RECEPCIÓN: 01/10/2021	FECHA DE ANÁLISIS: 01 AL. 15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021
CÓD. MUESTRA: 21-13497	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	COORDENADAS 17M X: 0768184 Y: 9878215

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	33 X 10 <sup>2</sup>	-	-	PEE LASA.MB.01a APHA 9221 B. Ed 23. 2017
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	<1.8	1000	-	PEE LASA.MB.27 APHA 9221 F. Ed 23. 2017*

Los ensayos marcados con \* están fuera del alcance de acreditación del SAE.  
\*1.8 Ausencia de microorganismos.  
\*Valores de referencia tomados de Acuerdo Ministerial N°597 Libro VI de la calidad ambiental. Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.  
Se modifica 07/12/2021 "Se incluye valores de referencia"

Mcb. David Bonifaz  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohíbe la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio  
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio  
por el contenido no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de muestra así como sus datos descriptivos.  
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confiabilidad de la información y los resultados.  
(La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com).  
Los criterios de conformidad serán enviados solamente si el cliente lo solicita por escrito. Página 1 de 1

Juan Ignacio Pareja 0e5-97 y Simón Cárdenas |clientes@laboratoriolasa.com  
(02) 2269012 | (02) 2468659 | 0995707705



### INFORME DE RESULTADOS

SUPLEMENTO AL INF LASA 15/10/2021 - 7356  
ORDEN DE TRABAJO N° 21-4942

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITANTE: CABRERA JEREZ CAROL ESTEFANIA	DIRECCIÓN: IZAMBA / PEDRO VASCOÑEZ SN Y AV BRIGADA CONDOR	
TELÉFONO: 0992781715	TIPO DE MUESTRA: AGUA	
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
IDENTIFICACIÓN: AGUA NATURAL 13H20 - 13H25	PROCEDENCIA: M3 PUNTO FINAL	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: LASA	FECHA DE MUESTREO: 30/09/2021	NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
FECHA DE RECEPCIÓN: 01/10/2021	FECHA DE ANÁLISIS: 01 AL 15/10/2021	FECHA DE ENTREGA: 15/10/2021
CÓD. MUESTRA: 21-13498	REALIZACIÓN DEL ENSAYO: LABORATORIO	COORDENADAS 17M X: 0768658 Y: 9677680

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE %U (K=2)	MÉTODOS DE ENSAYO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	210	-	-	PEE LASA.MB.01a APHA 9221 B, Ed 23 - 2017
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	<1.8	1000	-	PEE LASA.MB.27 APHA 9221 F, Ed 23, 2017*

Los ensayos marcados con \* están fuera del alcance de acreditación del SAE.  
\*1.8 Ausencia de microorganismos.  
\*Valores de referencia tomados de Acuerdo ministerial N°097 Libro VI de la calidad ambiental, Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.  
Se modifica 07/12/2021 "Se incluye valores de referencia"

Mcb. David Bonifaz  
JEFE DE DEPARTAMENTO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio. LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra tomada por el laboratorio, por el contrario no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la toma de muestra, así como sus datos descriptivos. El laboratorio se compromete con la imparcialidad y confiabilidad de la información y los resultados. La aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en [www.laboratoriolasa.com](http://www.laboratoriolasa.com). Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito. Página 1 de 1

Contáctanos: 0998580374 - 032924417  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 08 de febrero del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Carol Cabrera  
Tipo de muestras: Agua superficiales. Laguna de Yambo Muestra 1  
Localidad: Yambo Tungurahua

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
pH	-	4500-H-B	8.51
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	2 002
Turbiedad	NTU	2130-B	11.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	31.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	2.3
Sólidos Suspendedos	mg/L	2540-D	15
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2540-B	1 220

#### Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9221-B	2.1 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	9221-C	Ausencia

Atentamente.

Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos  
**Dra. Gina Alvarez**  
Telf.: 2 924 322 // Cel.: 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924417  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 08 de febrero del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Carol Cabrera  
Tipo de muestras: Agua superficiales. Laguna de Yambo Muestra 2  
Localidad: Yambo Tungurahua

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
pH	-	4500-H-B	8.56
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	2 035
Turbiedad	NTU	2130-B	3.2
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	24.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	3.2
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-D	3
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2540-B	1 240

#### Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9221-B	8 x10 <sup>2</sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	9221-C	Ausencia

Atentamente.

  
**SAQMIC** Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos  
**Dra. Gina Álvarez**  
Telf.: 2 924 322 // Cel.: 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924417  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 08 de febrero del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Carol Cabrera  
Tipo de muestras: Agua superficiales. Laguna de Yambo Muestra 3  
Localidad: Yambo Tungurahua

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
pH	-	4500-H-B	8.66
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	2 045
Turbiedad	NTU	2130-B	18.4
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	61.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	3.7
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-D	48
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2540-B	1 233

#### Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9221-B	1.3 x 10 <sup>4</sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	9221-C	Ausencia

Atentamente.

  
**SAQMIC** Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos  
**Dra. Gina Álvarez**  
Telf.: 2 924 322 // Cel.: 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924417  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

#### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 03 de julio del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Carol Cabrera  
Tipo de muestras: Agua superficiales. Laguna de Yambo Muestra 1  
Localidad: Yambo Tungurahua

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
pH	-	4500-H-B	8.46
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	2 150
Turbiedad	NTU	2130-B	11.4
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	24.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	3.45
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-D	17
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2540-B	1 202

#### Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9221-B	1.8 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	9221-C	Ausencia

Atentamente.

  
**SAQMIC** Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos  
**Dra. Gina Álvarez**  
Telf.: 2 924 322 // Cel.: 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924417  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

#### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 03 de julio del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Carol Cabrera  
Tipo de muestras: Agua superficiales. Laguna de Yambo Muestra 2  
Localidad: Yambo Tungurahua

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
pH	-	4500-H-B	8.59
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	2 173
Turbiedad	NTU	2130-B	3.6
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	19.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	3.2
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-D	6
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2540-B	1 180

#### Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9221-B	2 x 10 <sup>3</sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	9221-C	Ausencia

Atentamente.

  
**SAQMIC** Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos  
**Dra. Gina Álvarez**  
Telf.: 2 924 322 // Cel.: 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos: 0998580374 - 032924417  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 03 de julio del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Carol Cabrera  
Tipo de muestras: Agua superficiales. Laguna de Yambo Muestra 3  
Localidad: Yambo Tungurahua

#### Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
pH	-	4500-F-B	8.61
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	2 170
Turbiedad	NTU	2130-B	18.3
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	35.1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	3.24
Sólidos Suspendedos	mg/L	2540-D	20
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2540-B	1 170

#### Análisis Bacteriológico

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Resultados
Coliformes Totales	NMP/100 mL	9221-B	6.6 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	9221-C	Ausencia

Atentamente.

  
**Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos**  
**Dra. Gina Álvarez**  
Telf.: 2 924 322 // Cel.: 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.

RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



**ANEXO F: ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN LA LAGUNA DE YAMBO**









**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 02 / 03 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Carol Estefania Cabrera Jerez
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería en Biotecnología Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Biotecnología Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Inty Salto

