

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Eutrofización y Anoxia del cuerpo de agua Estero Salado, Guayaquil,
Ecuador

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero (a) Oceanográfico

Presentado por:

Eduardo Miguel Pizarro Mera

Johara Elvira Sarmiento Tapia

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres, quienes me han apoyado en mi camino estudiantil y se han esforzado por darme lo necesario.

A mi hermana, quien siempre me ha escuchado, apoyado, y me ha alentado en mis decisiones. A mis hermanos, que siempre han estado presentes en mis logros.

A mi pareja, J. Cevallos, quien ha contribuido en mi desarrollo personal y estudiantil, el que me ha alentado para continuar en momentos en donde quería tirar la toalla, y ha permanecido a mi lado.

A Serafín y Mía, esos seres que trasnochaban conmigo y me dan mucha felicidad.

Es para ustedes porque han sido mi motor para continuar y poder obtener el presente logro.

Johara Elvira Sarmiento Tapia

DEDICATORIA

El presente proyecto integrador va dedicado a mis padres, quienes me han apoyado a lo largo de mi vida estudiantil, no me dejaron caer cuando estuve por rendirme, tuvieron paciencia y confiaron en mí.

A mi abuelita Eudocia y abuelo Gonzalo (+), que siempre estuvieron pendientes de mí, me motivaban y sus consejos siempre los tengo presente.

A mis hermanos, por estar ahí y permitirme ser su ejemplo, por estar en mis logros y también por apoyarme en cada caída, este título también es de ustedes.

Si no hubieran estado, no lo habría logrado, son mi motor para seguir adelante y no decaer, son quienes me inspiran a seguir adelante.

Eduardo Miguel Pizarro Mera

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por permitirme llegar a cumplir mi sueño. A mis padres y a mi hermana por acompañarme en este proceso. A mi pareja, J. Cevallos, por ayudarme y estar presente en la elaboración del proyecto.

A mi compañero de tesis E. Pizarro, por luchar junto a mí para llegar a cumplir la meta que ambos trazamos. Al Dr. Ormaza por ser nuestra guía y ayuda para que el proyecto se lleve a cabo. A la Ing. Pamela Campi, por ayudarnos y apoyarnos en todo lo que necesitábamos.

A mi compañero y mejor amigo que la ESPOLE me pudo regalar, J. Cárdenas, quien ha estado presente, me ha escuchado y ayudado en toda mi vida estudiantil.

Gracias a todos los que he conocido en la universidad, y han sido partícipes en este camino.

Johara Elvira Sarmiento Tapia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por cada enseñanza en este proceso y lograr cumplir una meta más en mi vida. A mis padres por cada apoyo brindado, mis hermanos por estar siempre ahí, mi abuelita Eudocia por cada consejo y a mi abuelo Gonzalo (+) por guiar mis pasos desde pequeño.


Muy agradecido con mi compañera Johara Sarmiento por el trabajo que logramos desempeñar a pesar de cada inconveniente que se presentaba. A mi tutor, Dr. Franklin Ormaza por guiarnos en cada momento, estar pendiente y motivarnos siempre a no quedarnos estancados, a la Ing. Pamela Campi por ayudar a que el trabajo se diera de mejor manera.

A E. T por ser una gran amiga desde el primer día de la U, a B. R, J. B, M. J, J. C, R. V, M. B, D. C, por cada aventura que vivimos. A M. R, D. R y a quienes estuvieron en las buenas y malas siempre, esto también es de ustedes.


Eduardo Miguel Pizarro Mera

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Eduardo Miguel Pizarro Mera* y *Johara Elvira Sarmiento Tapia* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Eduardo Miguel Pizarro Mera



Johara Elvira Sarmiento Tapia

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**LUIS MIGUEL
ALTAMIRANO
PEREZ**

Ms. C Luis Miguel Altamirano Pérez



Firmado electrónicamente por:
**FRANKLIN ISAAC
ORMAZA GONZALEZ**

Franklin Isaac Ormaza González, Ph. D.

RESUMEN

El Estero Salado (ES) siendo considerado un ecosistema acuífero de mayor producción en el país, actualmente ha sufrido graves deterioros en sus ecosistemas por el gran crecimiento urbanístico de la ciudad, como consecuencia de las descargas directas de aguas residuales por parte de las industrias y la población que se han asentado en sus orillas. Por lo que es necesario realizar controles y remediar la contaminación que durante tantos años han aumentado sin control alguno, por ende, el objetivo del presente proyecto es corroborar procesos de eutrofización y anoxia. Se utilizaron técnicas de análisis químico estándar para obtener los grados de concentración de los nutrientes presentes en las muestras que se obtuvieron en cuatro estaciones de interés, siendo la Universidad Estatal de Guayaquil, Puente Miraflores, Puerto Azul y Puerto Hondo. Se comprobó que el contenido de nutrientes no se encontraba dentro de lo admisible, con valores en exceso de fosfato y amonio en la mayoría de las estaciones, con mayor relevancia en estación 2 donde el excedente estuvo con un valor promedio de 57.34 μM y $>250 \mu\text{M}$ para fosfato y amonio, respectivamente, siendo concentraciones muy elevadas para el cuerpo de agua y sobre todo comprobando con valores de datos históricos de estudios anteriores en el ES. Como conclusión, el sector del puente de Miraflores obtuvo gran presencia de eutrofización ($\text{P}>$, $\text{N}>$) y anoxia ($\text{OD} < 50 \mu\text{M}$) denotado en los resultados obtenidos en cada muestra y analizando el cambio que ha existido acorde a los estudios realizados previamente, para de esa manera realizar una socialización que permita a futuro remediar la contaminación y hacer a la ciudadanía participe del mejoramiento de la ciudad.

Palabras Clave: Estero Salado, Eutrofización, Anoxia, Nitrógeno, Fósforo

ABSTRACT

The Estero Salado (ES), being considered an aquifer ecosystem with the highest production in the country, has currently suffered serious deterioration in its ecosystems due to the great urban growth of the city, because of direct discharges of wastewater by industries and the population that have settled on its shores. Therefore, it is necessary to carry out controls and remedy the contamination that has increased without any control for so many years. The objective of this project is to corroborate processes of eutrophication and anoxia. Standard chemical analysis techniques were used to obtain the concentration degrees of the nutrients present in the samples obtained at four stations of interest, being the State University of Guayaquil, Puente Miraflores, Puerto Azul and Puerto Hondo. It was found that the nutrient content was not within the admissible, with values more than phosphate and ammonium in most stations, with greater relevance in station 2 where the surplus was with an average value of 57.34 μM and $>250 \mu\text{M}$ for phosphate and ammonium, respectively, being very high concentrations for the body of water and above all checking with historical data values from previous studies in the ES. As a conclusion, the sector of the Miraflores bridge obtained a great presence of eutrophication ($P>$, $N>$) and anoxia ($OD < 50 \mu\text{M}$) denoted in the results obtained in each sample and analyzing the change that has existed according to the studies previously carried out. , in order to carry out a socialization that will allow the future to remedy pollution and make citizens participate in the improvement of the city.

Keywords: Estero Salado, Eutrophication, Anoxia, Nitrogen, Phosphorus

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Área de estudio.....	5
1.5 Marco teórico.....	7
CAPÍTULO 2.....	11
2. Metodología.....	11
2.1 Metodología física.....	11
2.1.1 Toma de muestras.....	11
2.1.2 Utilización de recursos para análisis.....	12
2.1.3 Parámetros.....	14
2.2 Metodología química.....	15
2.2.1 Filtración de muestras.....	15
2.2.2 Oxígeno Disuelto.....	16

2.2.3	Medición a base de método HACH.....	16
2.3	Metodología estadística.....	18
2.3.1	Obtención de datos según la socialización	18
CAPÍTULO 3.....		21
3.	Resultados y análisis	21
3.1	Resultados y Análisis de los parámetros.....	21
3.1.1	Estación 1: Kennedy (Universidad Estatal).....	21
3.1.2	Estación 2: Miraflores	25
3.1.3	Estación 3: Puerto Azul.....	28
3.1.4	Estación 4: Puerto Hondo	29
3.2	Resultados y Análisis de los nutrientes	32
3.2.1	Nutriente: Nitrito	32
3.2.2	Nutriente: Nitrato.....	33
3.2.3	Nutriente: Fosfato	34
3.2.4	Nutriente: Amonio	35
3.3	Resultados y Análisis estadísticos de la socialización.....	36
3.3.1	Resultados estadísticos	36
3.3.2	Análisis según los resultados estadísticos.....	51
3.4	Costo y presupuesto del proyecto	54
CAPÍTULO 4.....		57
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	57
	Conclusiones.....	57
	Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....		60
APÉNDICES.....		67
APÉNDICE A: Observaciones de Campo		67

APÉNDICE B: Trabajo de Campo	69
APÉNDICE C: Resultados de Laboratorio de Calidad.....	71
APÉNDICE D: Cronograma de Actividades.....	73
APÉNDICE E: Cuestionario para la Socialización	75
APÉNDICE F: Capturas de la Información Enviada y Resultados Puros	76

ABREVIATURAS

ES	Estero Salado
MAATE	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica
OD	Oxígeno Disuelto
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
NOAA	Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica
RPFMS	Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado

SIMBOLOGÍA

mg	Miligramo
μM	Micro Molar
m	Metro
s	Segundo
TM	Toneladas Métricas
ppt	Partes por Trillón
ppm	Partes por Millón
NTU	Unidad de Turbidez Nefelométrica
NO_2	Nitrito
NO_3	Nitrato
PO_4^{-3}	Fosfato
NH_3	Amonio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de ubicación del área definida de estudio.	6
Figura 2.1 Esquema del Diseño 6 (Ormaza-González, y otros, 2022)	12
Figura 2.2 Refractómetro manual (Estación D: @franklinormaza1)	13
Figura 2.3 Multiparámetro YSI (ESPOL)	13
Figura 2.4 Disco Secchi (Autores)	13
Figura 2.5 Diagrama de cajas.....	20
Figura 3.1 Temperatura Vs. Oxígeno Disuelto, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.	22
Figura 3.2 Temperatura Vs. Salinidad, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.	23
Figura 3.3 Capa Fóptica, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.....	23
Figura 3.4 Temperatura Vs. Corriente, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.	24
Figura 3.5 Temperatura Vs. Oxígeno Disuelto, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.	25
Figura 3.6 Temperatura Vs. Salinidad, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.	26
Figura 3.7 Capa Fóptica, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.....	27
Figura 3.8 Temperatura Vs. Corriente, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.	28
Figura 3.9 Temperatura Vs. Oxígeno Disuelto, Estación 4. Línea azul representa bajamar.....	29
Figura 3.10 Temperatura Vs. Salinidad, Estación 4. Línea azul representa bajamar. ...	30
Figura 3.11 Capa Fóptica, Estación 4. Línea azul representa bajamar.	31
Figura 3.12 Temperatura Vs. Corriente, Estación 4. Línea azul representa bajamar. ...	31
Figura 3.13 Oxígeno Disuelto vs. Nitrito	32
Figura 3.14 Oxígeno Disuelto vs. Nitrato	33
Figura 3.15 Oxígeno Disuelto vs. Fosfato	34

Figura 3.16 Oxígeno Disuelto vs. Amonio	35
Figura 3.17 Datos de edades	37
Figura 3.18 Rango de importancia según la población.....	37
Figura 3.19 Condiciones del cuerpo de agua	38
Figura 3.20 Actividades en el cuerpo de agua.....	39
Figura 3.21 Nivel de contaminación	39
Figura 3.22 Cambios presenciados en el ES.....	40
Figura 3.23 Cambios negativos	41
Figura 3.24 Proveniencia de la contaminación	42
Figura 3.25 Presencia de descargas de agua lluvias y residuales	43
Figura 3.26 ES considerado como lugar recreativo	43
Figura 3.27 Zonas factibles para lugares de alimento	44
Figura 3.28 Ingredientes como contaminantes del ES	45
Figura 3.29 Criterio sobre la afectación de la fauna	45
Figura 3.30 Organismos más afectados.....	46
Figura 3.31 Campaña de limpieza del ES	46
Figura 3.32 Datos sobre la acción de contaminar	47
Figura 3.33 Criterio sobre la existencia de transporte recreativo.....	47
Figura 3.34 Turismo en el ES	48
Figura 3.35 Rango de tiempo cerca del ES	49
Figura 3.36 Molestias de salud.....	49
Figura 3.37 Medicamentos para aliviar molestias.....	50
Figura 3.38 Ingesta de medicamentos	51
Figura A-1 Bajamar 15:00, Estación 1	67
Figura A-2 Bajamar 16:10, Estación 2	67
Figura A-3 Pleamar 10:00, Estación 3.....	67
Figura A-4 Marea diurna 15:00, Estación 4	67
Figura A-5 Descarga Malecón Salado, Estación 1	68
Figura A-6 Descarga en la Estación 1	68
Figura B-1 Toma de muestras, Estación 1	69
Figura B-2 Toma de muestras, Estación 2	69
Figura B-3 Toma de muestras, Estación 4	69

Figura B-4 Colocación de reactivos, E. Pizarro	70
Figura B-5 Lectura en espectrofotómetro, E. Pizarro	70
Figura B-6 Colocación de reactivos, J. Sarmiento	70
Figura B-7 Lectura en espectrofotómetro, J. Sarmiento	70
Figura F-1 Captura de los resultados obtenidos en Google Forms	76
Figura F-2 Captura del mensaje enviado por la aplicación WhatsApp para la obtención de resultados	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1 Estaciones y coordenadas de muestreo (Autores)	7
Tabla 2.1 Coeficientes de la tabla discreta	19
Tabla 3.1 Parámetros obtenidos in situ, Estación 1	21
Tabla 3.2 Parámetros obtenidos in situ, Estación 2	25
Tabla 3.3 Parámetros obtenidos in situ, Estación 3	28
Tabla 3.4 Parámetros obtenidos in situ, Estación 4	29
Tabla 3.5 Resultados promedio de parámetros químicos por estación	32
Tabla 3.6 Edades de la población enfocada	37
Tabla 3.7 Importancia del ES	38
Tabla 3.8 Condiciones del ES	38
Tabla 3.9 Actividades en el ES	39
Tabla 3.10 Estado del ES	40
Tabla 3.11 Cambios en los últimos 15 años	40
Tabla 3.12 Presencia de basura según observación	41
Tabla 3.13 Valores de criterio sobre la proveniencia de la contaminación	42
Tabla 3.14 Presencia de descargas de agua	43
Tabla 3.15 Datos de la opinión sobre ES como sitio turístico	44
Tabla 3.16 Cerca de los lugares de comida	44
Tabla 3.17 Ingredientes en el ES	45
Tabla 3.18 Organismos más afectados	46
Tabla 3.19 Existencia de campañas para la limpieza del ES	47
Tabla 3.20 Acción del entrevistado	47

Tabla 3.21 Uso de transporte recreativo en el ES	48
Tabla 3.22 Uso del ES para turismo.....	48
Tabla 3.23 Jornadas cerca del ES.....	49
Tabla 3.24 Problemas de salud.....	50
Tabla 3.25 Utilización de medicamentos	50
Tabla 3.26 Frecuencia de la ingestión de medicamentos.....	51
Tabla 3.27 Descripción de costos del proyecto	55
Tabla 3.28 Descripción de los encargados, laboratorio y equipos de medición	55
Tabla 3.29 Descripción de las actividades del proyecto	56
Tabla C-1 Resultados de nutrientes, Estación 1.....	71
Tabla C-2 Media de los nutrientes químicos, Estación 1	71
Tabla C-3 Resultados de nutrientes, Estación 2.....	71
Tabla C-4 Media de los nutrientes químicos, Estación 2.....	71
Tabla C-5 Resultados de nutrientes, Estación 3.....	72
Tabla C-6 Media de los nutrientes químicos, Estación 3.....	72
Tabla C-7 Resultados de nutrientes, Estación 4.....	72
Tabla C-8 Media de los nutrientes químicos, Estación 4.....	72
Tabla D-1 Primer trimestre de actividades.....	73
Tabla D-2 Segundo trimestre de actividades.....	74

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

El Estero Salado (ES) con el transcurso de los años se ha visto afectado por el gran crecimiento urbanístico que ha existido en la ciudad de Guayaquil, sufriendo graves deterioros en sus ecosistemas por consecuencia de las descargas de aguas residuales que se vierten sin ningún tipo de tratamiento. (Pino, Sisalema, & Barros, 2020)

Cheme (2020) afirma al ES como patrimonio de la ciudad debido a que años atrás se realizaban actividades recreativas y de haber sido un amplio balneario para la ciudad; en la actualidad se encuentra muy deteriorado a tal punto de tener un riesgo amplio para la salud de la población, esto se da por sus altos índices de contaminación debido a que se encuentra eutrofizado y con la prevalencia de anoxia en áreas del norte en períodos de baja mar (Ayarza, y otros, 1993), que se han visto plagados por la descarga directa de contaminantes, siendo las industrias asentadas a sus orillas, las urbanizaciones y la afluencia de desechos municipales los que han ocasionado que existan materiales flotantes, descargas directas de desechos industriales, materiales para construcción o incluso basura dentro del estero, siendo de gran peligro para las especies que se valen de ella. (Cheme, 2020)

Por lo tanto, en base a la preocupación que existe por los altos niveles de concentración de contaminación en el estero, se han efectuado investigaciones que solo confirman lo que es notorio a simple vista, además de dar datos cuantitativos y cualitativos de todo lo que el cuerpo de agua contiene, siendo alarmantes los niveles críticos de los resultados obtenidos, además de ser más notorios en el ambiente por la presencia de olores fuertes y daños ecosistémicos, sobre todo en algunas áreas urbanísticas como el Puente 5 de Junio, Sector Miraflores, Avenida Las Monjas, sector del Policentro y aledaños de la Universidad Estatal de Guayaquil. Para Valencia (2001), existe una gran concentración de aceites que impiden la penetración de luz y oxígeno suficientes que son necesarios para desarrollar diferentes procesos naturales, ocasionando que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (denominado DBO5) sea alta, ya que la población microbiana se acumula, y además por la excesiva presencia de residuos desagradables (Valencia, 2001); Alvear

(2014) menciona cómo el estado de la marea tiene influencia en la concentración de grasas y aceites en la columna de agua, al observar cómo se transporta el contaminante hacia los extremos exteriores del ramal durante la bajamar y hacia los extremos interiores en la pleamar. (Alvear, 2014)

Los parámetros más estudiados, tanto por investigadores y estudiantes de instituciones de educación superior que están preocupados por la problemática, son de calidad de agua donde se determinan la presencia de nitritos, nitratos, amonio, fosfatos, coliformes fecales, asimismo de estudios de metales pesados que también se encuentran en altos niveles. A pesar de los esfuerzos tanto del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) como la Municipalidad de Guayaquil para poder remediar la situación, no se ha logrado con éxito el reducir la mayor cantidad de contaminación, incluso existen zonas donde mediante la medición de parámetros químicos como el oxígeno disuelto, han dado como resultado que sus valores se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica, por lo que denotan que la DBO₅ sea más presente, lo que ocasiona que la flora existente en el lugar tenga daños y la presencia de fauna sea casi nula; tal como mencionan Mariscal-Santi et al. (2020) esto incide en la existencia de aguas residuales en algunas zonas y con la toma de muestras de sedimentos se han encontrado presencia de metales nocivos como el mercurio, cadmio, cromo, además de una amplia acumulación de agentes microbiológicos y presencia de desagradables residuos. A pesar de existir leyes que regulen los depósitos y tratamientos de las aguas residuales como La Ley Orgánica de Recursos Híbridos, Usos y Aprovechamientos del Agua aprobado en el año 2014 por la Asamblea Nacional de la República del Ecuador (2014) y el MAATE con la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, no han surgido efecto y tampoco han tenido repercusiones debido a la falta de control por parte de las autoridades y el incumplimiento de las empresas, ocasionando que existan procesos de eutroficación, haciendo que los ecosistemas se vayan desestabilizando, afectando a la flora y fauna. (Mariscal-Santi, y otros, 2017)

El MAATE ha generado proyectos para descontaminar el estero enfocándose en la educación ambiental tomando como clave la concienciación, gestionar las descargas de aguas residuales y desechos sólidos; mejorar la calidad de agua y los sedimentos, y

otras actividades para disminuir las fuentes de contaminación (MAATE, s.f.); teniendo en cuenta que, al ser la ciudad más poblada, es necesario que cuente con un área natural que daría muchos beneficios si se logra mitigar el problema adyacente.

1.2 Justificación del problema

El Estero Salado es un sistema estuarino semi - encerrado, debido a que posee conexión con el océano Pacífico, y dispone de una desembocadura en el Canal del Morro (Rada, 1986). Sin embargo, por definición oceanográfica y geomorfológica, es un brazo de mar, identificándolo como laguna costera (Ormaza-González, Castro, Maridueña-Bravo, & Dayana, 2021), debido a cerramientos realizados en los canales del río Guayas para el crecimiento urbano, por lo que recibe insignificante flujo del río.

En el sistema estuarino se encuentran ecosistemas asociados; tales como manglares y bosques, de tal manera que posee una aglomeración de manglares del 81% en Ecuador (Monserrate & Medina, 2011), los cuales se han visto afectados debido al continuo crecimiento poblacional y a la industrialización de la ciudad de Guayaquil. Asimismo, la falta de conocimiento y concientización de la población guayaquileña, incluido del escaso control de descargas hacia el cuerpo de agua; que han sido participes en el aumento de la contaminación y deterioro de este.

En el año 2018, estudiantes de la carrera de Oceanografía de la Escuela Superior Politécnica del Litoral realizaron estudios en sitios estratégicos del ES, donde mostraron que los niveles de fosfato y amonio poseen un gran incremento, además de confirmar que la actividad humana está implicada en el deterioro del cuerpo de agua; al encontrar concentración de coliformes fecales, siendo este un indicativo del derrame directo de aguas residuales (Acuña, Cárdenas, Rivas, Sarmiento, & Izquierdo, 2018). De igual manera, realizaron un estudio estadístico para descubrir el conocimiento del pueblo guayaquileño sobre el impacto que está teniendo el ES. El estudio fue realizado en sectores con influencia de personas y turismo, tales como la Universidad de Guayaquil, Malecón, Guayarte, entre otros, y concretaron que los establecimientos que se encuentran cerca de los sectores antes mencionados; no cuentan con controles por parte de las autoridades, además, que las personas y el personal de establecimientos que

fueron encuestados no tienen conocimiento alguno sobre las leyes que rigen en el cuidado del cuerpo de agua, ni ejecutan métodos adecuados para deshacerse de grasas y aceites, ya que los vierten en los fregaderos, mostrando que no presentan conciencia para generar un cambio favorecedor al estero (Acuña, y otros, 2018).

Adicionalmente, un estudio realizado por Monserrate & Medina (2011) menciona que encontraron la presencia de la especie *Capitelia* spp, la cual es indicador de niveles de anoxia, en el cuerpo de agua. Asimismo, afirman que la degradación que el ES tiene en sus condiciones físicas, químicas y biológicas tiene relación directa con el desarrollo urbano, por lo que es imprescindible tomar medidas para la preservación del cuerpo de agua, sobre todo en donde se desarrolla el urbanismo (Monserrate & Medina, 2011). Por otro lado, García & León (2017) estiman la concentración de coliformes fecales en sectores como el puente 5 de junio y el puente El velero, además aseguran que existe una descarga directa de aguas servidas entre los puentes antes mencionados (García & León, 2017).

Por otra parte, Pino, Sisalema, & Barros (2020) realizaron un estudio acerca de la afectación en la salud y la calidad de agua del Estero Salado, donde se basaron en estudios estadísticos que realizaron mediante encuestas a los habitantes que viven a las orillas del Estero Salado en el suroeste de Guayaquil, revelando que con un alto porcentaje se hacen presentes las infecciones intestinales y la parasitosis, siendo estos un gasto grande en las familias para su recuperación, generando una recesión en la economía familiar (Pino, Sisalema, & Barros, 2020). Por ende, debido a la preocupación que esto genera; un cabildo de Guayaquil junto con inventores biólogos se ha trazado una remediación del estero.

El presente trabajo hace enfoque a un análisis químico y físico en cuatro sectores estratégicos, con el fin de corroborar la contaminación del Estero Salado y finalmente, realizar un plan de manejo inicial para su implemento en remediación del estero.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la escasez de oxígeno y los niveles altos de nutrientes, generando la eutrofización; que presenta el agua del Estero Salado ocasionando la contaminación.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Comprobar mediante los análisis químicos y físicos el grado de contaminación del Estero Salado en cuatro estaciones estratégicas.
2. Determinar el nutriente con mayor presencia el cual conlleva un grado de contaminación más alto, y el nivel de eutrofización presente en las zonas de estudio del Estero Salado.
3. Verificar la variación diurna de los parámetros físicos debido a las mareas.
4. Recopilar información de los pobladores que habitan o realizan actividades cerca del Estero Salado, abarcando los aspectos multidisciplinarios que entran como participantes en la remediación del Estero Salado.

1.4 Área de estudio

El área de estudio del presente trabajo es la ciudad de Guayaquil, ubicada en la provincia del Guayas, específicamente en zonas donde el afluente Estero Salado tiene influencia con la ciudad.

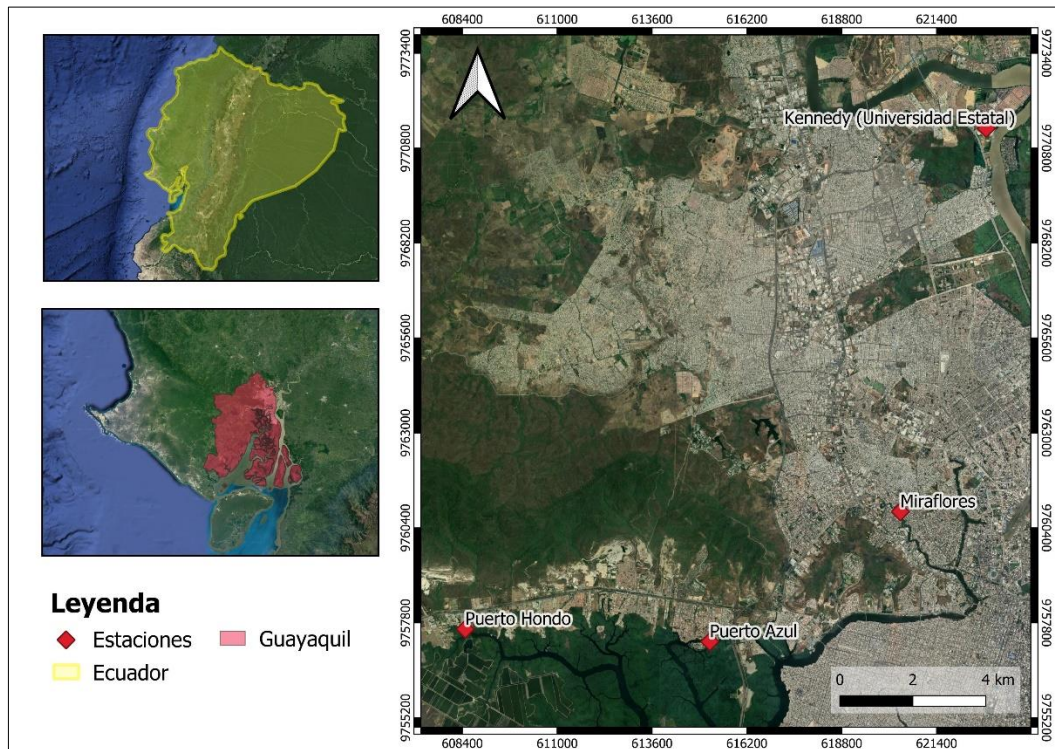


Figura 1.1 Mapa de ubicación del área definida de estudio.

Las estaciones establecidas fueron:

Estación 1: Área de Universidad Estatal de Guayaquil, específicamente el área de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. El sitio alberga gran cantidad de movimiento comercial y estudiantil, debido al hecho de estar cerca de la salida de la Universidad, existe presencia de locales comerciales y la afluencia de personas es muy amplia durante todo el día, haciendo que sea una zona de interés por la contaminación que llega a presentarse.

Estación 2: Sector del barrio Miraflores, específicamente en el puente de paso que está a un lado de la Clínica Rendón. Área muy influenciada por las descargas de agua directa al estero, ocasionando que el ambiente presente pestilencia durante todo el día y las condiciones a simple vista se hagan presente para medir el alto grado de contaminación que existe.

Estación 3: Urbanización Puerto Azul, ubicado en Vía a la Costa. El área donde se obtuvo la muestra fue cerca del Parque Del Estero. El sitio está cerca del Yacht Club, donde existen actividades acuáticas y alto transporte marítimo. Además de ser parte de una reserva natural.

Estación 4. Establecido como punto 0 de muestreo, se eligió Puerto Hondo, en el área correspondiente al Balneario y Centro Recreacional Puerto Hondo. El sector ofrece condiciones más limpias que no han sido tan influenciadas por las personas. Al ser un área recreativa, se tiene en consideración el estar en óptimas condiciones para las personas que hacen uso de este.

Las coordenadas de cada estación son:

Tabla 1.1.1 Estaciones y coordenadas de muestreo (Autores)

Estaciones	Sector	Coordenadas
Estación 1	Kennedy (Universidad Estatal)	2°04'06"S,79°53'46"O
Estación 2	Miraflores	2°09'48"S,79°55'02"O
Estación 3	Puerto Azul	2°11'44"S,79°57'51"O
Estación 4	Puerto Hondo	2°11'33"S,80°01'28"O

1.5 Marco teórico

La Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, NOAA por sus siglas en inglés, define a un estuario como cuerpos de agua donde los ríos se encuentran con el mar, siendo este tipo de ambiente un ecosistema muy productivo, pero también delicado por el hecho de ser albergue de animales y plantas que brindan muchos servicios ecosistémicos (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2021). Los estuarios son por mucho uno de los entornos más productivos de la tierra, conocidos además como ecotonos por ser zonas de transición entre varios ecosistemas. Entre sus características cuenta con batimetría, tamaño y forma específica, siendo además influenciado por las mareas, entradas de agua dulce, propiedades de sedimentación, turbidez, relación entre

nutrientes y carbono, además de tener la influencia directa del hombre, ocasionando que cada estuario sea único; al ser influenciada por agua dulce y salada, los procesos de ambos tipos de agua influyen en este, por lo tanto, estos factores rigen en la dinámica ecológica. De los factores más cambiantes a lo largo de un estuario están la temperatura que varía según la profundidad y superficie, además de la salinidad que aumenta según se acerquen sus desembocaduras al mar. (Mateus, Baretta, & Neves, 2008)

El ES está ubicado en el interior del Golfo de Guayaquil y es considerado como uno de los ecosistemas acuíferos más productivos de la costa Este del Pacífico, teniendo a su haber el 81% de los sistemas de manglares del Ecuador. (Monserrate & Medina, 2011) Al ser un brazo de mar, las condiciones a las que se encuentra influencia son por acciones de flujo y reflujo de las mareas ocasionando que sea muy limitada la introducción del agua de mar hacia el estero ocasionando un comportamiento perjudicial al no tener una regeneración de la calidad de agua de manera correcta. (Monserrate & Medina, 2011)

Los ramales del ES al inicio del siglo XX empezaron a ser utilizados para la regeneración urbana debido al crecimiento poblacional que se estaba dando en la ciudad, donde la falta de control de las entidades gubernamentales de la ciudad ha ocasionado que se vea afectada la zona natural, por lo que, durante los años de 1920 y 1950, los esteros aledaños fueron rellenados y solo dejando el cauce principal del ES, ocasionando la extinción de los manglares que estaban localizados en las orillas. (Cheme, 2020)

El Instituto Nacional de Pesca (Ahora conocido como Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca, IPIAP) en el año de 1993 menciona “Esta área identificada como urbana, recepta los desechos domésticos de una población de 500000 habitantes y los residuos industriales no tratados de un 50% de las industrias de Guayaquil”. (Ayarza, y otros, 1993)

Durante las últimas décadas se ha realizado estudios para conocer cuán contaminado se encuentra el ES para poder realizar planes de remediación, donde se establezcan soluciones a mediano y largo plazo. Un estudio realizado por Monserrate, Medina & Calle (2011), se evaluaron las situaciones presentes en algunos sitios urbanísticos y los comparaban con datos obtenidos de la Reserva de Producción Faunística Manglares El

Salado (RPFMS), estableciendo que existen disminuciones significativas y bajas concentraciones de oxígeno disuelto con 52.8 μM y 29.6 μM en época húmeda y seca, donde la RPFMS tenía valores de 201.9 μM y saturación del 93.69%, por lo tanto, se consideró que existen niveles de anoxia (<62.5 μM) que se encuentra por debajo de lo que reglamentariamente debería estar, indicando además sobre como las descargas directas al estero sin tener previo tratamiento ocasionan que no exista reoxigenación de las aguas, teniendo un factor clave que es el escaso flujo y reflujo de la marea (Monserrate & Medina, 2011), mientras que en la RPFMS las condiciones permiten que exista renovación de aguas.

Cheme (2020), registró en el sector del puente Gómez Rendón es deplorable, teniendo como valores la presencia de Nitratos en 292.9 μM , estando por debajo del límite permisible que es de 14.3 mM y se encuentra establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), el Fosfato presentaba valores menores a 32.3 μM y el OD contaba con un valor de 25.9 μM , que es mucho menor.

El Proyecto Guayaquil Ecológico en su componente Estero Salado, describió la situación en sus puntos establecidos de Urdesa-Kennedy y Urdesa-Miraflores, como áreas de descargas industriales y de aguas domésticas no tratadas, donde la concentración de oxígeno estaba por debajo de lo establecido, confirmando la presencia de anoxia en el sector, principalmente en mareas bajas, teniendo además alta demanda de mercurio y plomo, además considerando la existencia de residuos sólidos en áreas del suburbio de la ciudad con un aproximado de 3.5 toneladas métricas (TM). (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2010)

Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en las áreas de interés, han determinado valores donde se comprueba la baja concentración de OD, además mostrando una tendencia a bajar cuando el afluente se encontraba en bajamar, teniendo en cuenta que dependía por la temperatura y la presión parcial; lo nitritos estaban por debajo de lo permisible, teniendo un rango entre 7.1-64.3 μM , presentando problemas de toxicidad del estuario en la zona; el nitrato estaba por debajo del promedio (64.3 μM) sabiendo que este elemento está influenciado por los fertilizantes que son echados por las descargas de aguas industriales; el fosfato en cambio tenía una variación entre 62.3-

70.0 μM , variando con respecto al tiempo en que se realizó la toma de muestra; el amonio al ser un indicador de materia orgánica es un componente normal de la superficie de agua, en el muestreo se dio como que estaba por encima del valor necesario para un sistema estuarino teniendo concentraciones de 105.7 μM . (Mejía, Pizarro, Ramírez, Tubay, & Vera, 2018)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para el presente proyecto se realizaron metodologías necesarias para la obtención de resultados, como principal metodología fue la toma de muestras, con la se realizó el análisis físico in situ. Luego, se realizó la metodología en laboratorio con el fin de efectuar el análisis químico, y por último el método que realizamos para la socialización con la población.

A continuación, se especifica las metodologías aplicadas antes mencionadas; para la obtención de resultados.

2.1 Metodología física

2.1.1 Toma de muestras

Para la toma de muestras en cada una de las estaciones especificadas en la *Tabla 2*, se procedió a efectuarlo con una botella de toma de muestras. La botella que se utilizó está realizada y basada en uno de los diseños descrito por Ormaza-González et al. (2022a), en donde señalan los diferentes diseños que se pueden fabricar para tomar muestras, con un rango de error mínimo, en comparación con la botella niskin. Por esto, el diseño que utilizamos para nuestra toma de muestras es el diseño 6, el cual es amigable con el costo, a su vez fácil de manipular y en donde las posibilidades que se adultere la muestra son mínimas o nulas (Ormaza-González, y otros, 2022). Por ende, para evitar errores se lavaba la botella antes de cada uso, con agua destilada.

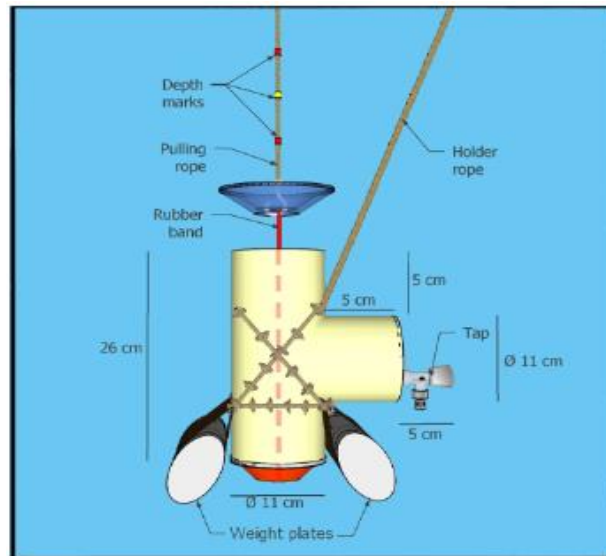


Figura 2.1 Esquema del Diseño 6 (Ormaza-González, y otros, 2022)

Como procedimiento, al tomar la muestra se procede a colocarlos en botellas ámbar, previamente lavadas con agua destilada; la utilización de este tipo de botellas, es debido al análisis de nutrientes que se realizaría posteriormente; considerándose como sustancia fotosensible, en donde los frascos ámbar ayudarían a evitar la fotodegradación por el efecto de la luz solar (Hach Company, s.f.). Por consiguiente, se procede a guardar las botellas con muestras en congelación para que luego se pueda realizar el análisis químico.

2.1.2 Utilización de recursos para análisis

Para la obtención de parámetros se hace uso de equipos, tales como el multiparámetro, refractómetro y el disco secchi, como se pueden observar en las Figuras 2 y 3. El multiparámetro que se utilizó fue el YSI, el cual posee un sensor que descendió al cuerpo de agua a cierta profundidad, evitando que tenga contacto con el suelo de fondo, ya que es la parte sensible del multiparámetro. Luego de que haya descendido, se esperaba aproximadamente un minuto hasta que se establecieran los datos de los parámetros. Al finalizar, entre cada muestra, se lavaba el sensor con agua destilada para evitar que se combine entre las muestras y obtengan errores.

El refractómetro utilizado fue manual con escala Brix, para su utilización se seguía el siguiente procedimiento, como primera instancia se llenaba un envase pequeño con la

muestra, para luego tomar un poco de aquella muestra del envase con una pipeta. A lo mencionado, se enjuagaba la pipeta con la muestra tres veces para que sea más efectiva, y luego se colocaba la muestra tomada por la pipeta por tercera vez en el prisma principal del refractómetro, para poder observar por el lente enfocable y leer el parámetro. En cada muestra que se tomó, al finalizar se procedía a lavar el prisma y la pipeta con agua destilada, para evitar combinación entre las muestras, y con esto errores en los datos.



Figura 2.2 Refractómetro manual (Estación D: @franklinormaza1)



Figura 2.3 Multiparámetro YSI (ESPOL)

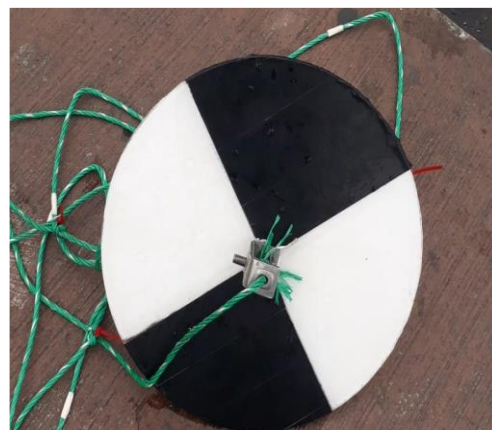


Figura 2.4 Disco Secchi (Autores)

El disco secchi es un disco que mide la profundidad de la luz en el agua, el cual tiene forma circular pintado de negro y blanco. Para su utilización, se descendía en el cuerpo

de agua hasta cierta altura en donde se lo podía visualizar, y de esta manera se era capaz de obtener la profundidad que la luz hasta donde hacía visible el disco, en unidades centímetros.

2.1.3 Parámetros

2.1.3.1.1 Temperatura

Para adquirir los datos de temperatura se hacía uso del multiparámetro, en donde nos mostraba el dato en °C, en el momento en que el sensor se encontraba dentro del cuerpo de agua.

2.1.3.1.2 Salinidad

Para la determinación de la salinidad se utilizaba el refractómetro en el laboratorio, dato que se leía por el lente enfocable en unidad per mil (‰); una vez que se colocaba un poco de muestra en el prisma principal. Con este parámetro nos hacía conocer la concentración del agua de mar que podría estar en la muestra. (Cifuentes, Torres, & Frías, 1997).

2.1.3.1.3 Capa fótica

La capa fótica fue medida con el disco Secchi, la cual tuvo como propósito determinar la pérdida de transparencia del agua debido a partículas suspendidas, en función de la turbidez del agua, obteniendo en unidad de longitud (cm). Esta medición nos ayuda como indicador de la posible contaminación microbiológica en el cuerpo de agua, y a su vez la adhesión de metales pesados, pesticidas y compuestos tóxicos (Baños, 2018). Por otro lado, se puede presentar la penetración de la luz solar en unidad Nephelometric Turbidity Unit (NTU), obteniendo una relación para conocer la cantidad de sólidos suspendidos presentes; siendo 1 mg kg^{-1} equivalente a 3 NTU.

2.1.3.1.4 Corriente

La corriente fue determinada mediante la medición en un punto exacto, tomando un metro de longitud como referencia, en donde se visualizó el desplazamiento de la masa

de agua en una misma dirección, con respecto al tiempo. La unidad en que se tomó el dato fue en m s^{-1} .

2.1.3.1.5 Condiciones Atmosféricas

Se tomó las condiciones atmosféricas para tener en conocimiento uno de los factores que puede influir en la toma de muestras. Se lo midió mediante visualización de la nubosidad total con el método de las octas, el cual se trata de una división del cielo en ocho partes y se estima en cuantas partes se encuentra la nubosidad en un momento determinado.

2.1.3.1.6 Dirección del Viento

Para obtener el dato de la dirección del viento se hizo uso de la aplicación Windy, la cual brinda datos de modelos globales, como Global Forecast System (GFS) y el modelo espectral European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), en unidad Kilotón (kt) y la dirección en puntos cardinales. Este parámetro nos ayuda a conocer la dirección del viento y como esta puede influir en la corriente superficial del cuerpo de agua.

2.2 Metodología química

El análisis químico se llevó a cabo en laboratorios de calidad de agua, donde las muestras tuvieron que pasar por procesos para obtener los datos con mayor exactitud e indicar el grado de contaminación que se presenta en los sectores de estudio.

2.2.1 Filtración de muestras

Para realizar la filtración se utilizaron materiales y equipos tales como una matraz de Kitasato que se encargará de almacenar el agua filtrada, papel filtro que debe estar de forma circular, embudo de Büchner que es donde se coloca el agua a filtrar, pinza metálica para manipular el papel, adaptador de goma y un equipo para succión al vacío que es la bomba de succión y la manguera que la une al matraz; de esta manera, el agua filtrada de cada muestra fue ubicada en nuevos recipientes para realizar el proceso de análisis con reactivos.

2.2.2 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto nos ayuda a determinar la calidad en que se encuentra el cuerpo de agua, debido a que la vida marina necesita de oxígeno para su supervivencia. La insuficiencia de esta presenta muerte de las criaturas, disminución de la proliferación de seres vivos, disminución en el crecimiento, entre otros. La presencia de niveles bajos de este indicador nos señala que aumento de la temperatura, presencia de desechos humanos y animales y florecimiento de algas. (California Environmental Protection Agency, 2010)

2.2.3 Medición a base de método HACH

Por 50 años se ha llevado diversos estudios centrados en la calidad de agua donde se determinan mediante equipo, reactivos o elementos, los valores de concentración de material químico contaminante en el cuerpo de agua, con la tecnología avanzada y de fácil manipulación para obtener los resultados esperados de investigaciones que sean de gran aporte a la sociedad. El método establecido es mediante el uso de reactivos para desarrollar análisis de Nitrito, Nitrato, Fosfato y Amonio donde el cambio de onda entre la muestra base con las muestras que contienen los reactivos se medirán en un equipo espectrofotómetro DR 2800, que indicará los valores de presencia de los elementos y determinará la contaminación existente mediante rangos previamente establecidos, los datos obtenidos estuvieron con unidad de medida mg/l. (Hach Company, 2000)

Hach es un método confiable, preciso y de bajo costo, tiene como ventaja el ser portátil y los límites de medición son accesibles para la obtención de los datos a estudiar; estos kits se utilizan en el control de aguas naturales, teniendo mucha variación notoria con los blancos de cada muestra, es más preciso en comparación a la metodología estándar, teniendo como base el tiempo que demora cada reactivo en reaccionar y lo hace fácil de entender y evaluar. (Ormaza-González & Villalba-Flor, 1994)

2.2.3.1 Nutrientes

2.2.3.1.1 Nitrito

El nitrito se puede producir por la degradación del nitrato, es un compuesto que indica la contaminación debido a la presencia de heces fecales en el cuerpo de agua, y es más tóxico que el nitrato, ya que, debido a su baja permeabilidad branquial, causa que la absorción a través de las branquias sea más limitada. (Camargo & Alonso, 2007)

Utilizando el reactivo NitriVer 3™, se midió la cantidad de nitrito que contiene cada sector, utilizando 10 ml de la muestra y teniendo además 10 ml apartados para ser el objetivo blanco de guía, donde al colocar el reactivo en uno de ellos, se los mezclaba y luego se esperaba su reacción en aproximadamente 20 minutos para de esa manera medirlos en el equipo y obtener los valores de concentración. El color de la muestra tendía a ser palo rosa, mientras más concentrado estaba, más presencia de contaminación tenía.

2.2.3.1.2 Fosfato

El fosfato en el agua es principalmente de pesticidas orgánicos que provienen de campos agrícolas produciendo una estimulación del crecimiento del plancton y plantas acuáticas. Además, el fósforo como tal, es un elemento que favorece la eutrofización lo que provoca la proliferación de algas, y organismos macrotíficos, que se desarrollan, reproducen y mueren, dejando como resultado materia orgánica en descomposición que consume grandes cantidades de oxígeno, dejando como resultado las bajas concentraciones de oxígeno, provocando hipoxia en organismos acuáticos. (Suárez & Rivera, 2015)

Se utilizó el reactivo Phosver 3™, al igual que la muestra de nitrito, se dejó reaccionar en cambio por 2 minutos, pero al tener una concentración mayor a lo indicado, se estableció realizar una relación de 1ml de muestra más 9ml de agua destilada para obtener los valores adecuados. La reacción estaba dada de color azul, mientras más azul se encuentra, más contaminación contaba.

2.2.3.1.3 Nitrato

El nitrato es un compuesto que se encuentra añadido en los cuerpos de agua por medio de los fertilizantes. Es tóxico al punto que puede producir efecto diurético, además la acción tóxica se debe a la conversión de pigmentos respiratorios en formas que no

pueden transportar y liberar oxígeno lo que puede causar asfixia y finalmente la muerte. (Camargo & Alonso, 2007)

En la realización para el nitrato se utilizó el reactivo NitraVer 3™, la reacción se la agitaba por un minuto, luego se mantenía por 5 minutos para que el elemento reaccionara en su totalidad y así ser medido en el equipo. El color de la reacción fue amarillento en la mayoría de las muestras, indicando la presencia de los nutrientes.

2.2.3.1.4 Amonio

La presencia de amonio presenta un peligro severo para el agua. Tiene dependencia de la temperatura y el pH, siendo que cuando mayor sea el pH y más cálida la temperatura, más tóxico será el amoníaco. Además, el amoníaco es mucho más tóxico para los peces y la vida acuática cuando el agua contiene muy poco oxígeno disuelto y dióxido de carbono. Al igual que los nitratos, el amoníaco puede acelerar el proceso de eutrofización de las vías fluviales. (Acevedo-Merino, Garrido-Pérez, Nebot-Sanz, & Sales-Márquez, 2005)

Se utilizaron dos reactivos, pero debido a la alta concentración en algunas muestras, se tuvo que establecer una relación al igual que el fosfato, 1 ml de muestra y 9ml de agua destilada, donde la reacción daba color verde, y mientras más oscuro se notaba, más presencia existía y a su vez impedía ser medido en la máquina. El procedimiento consiste en colocar primero el Salicilato de Amoniaco, esperar la reacción por 3 minutos para luego colocar el Cianurato de Amoniaco y esperar 15 minutos para que reaccione y realizar la medición. Como muestra base se utilizó 1ml de agua ultrapura.

2.3 Metodología estadística

2.3.1 Obtención de datos según la socialización

La metodología que aplicamos para realizar la socialización es mediante encuesta presencial y virtual, por medio de formulario en Google Forms, la cual se realizó a una muestra de 100 personas, siendo este un grupo de personas que habitan, trabajan o realizan actividades cerca de las zonas del ES, con mayor relevancia, cerca de las estaciones establecidas.

En las encuestas se encuentran tres secciones, la primera sección son preguntas relacionadas al conocimiento que poseen del ES; la segunda sección se muestran preguntas sobre el turismo y la economía del ES; y la última sección tiene como objetivo preguntas acerca de problemas de salud debido a las condiciones del ES.

Con este cuestionario queremos recabar información sobre la realidad del nivel de contaminación del estero, especialmente como receptores de sus condiciones por estar ubicados cerca de este cuerpo de agua; y los problemas que suscitan tanto en la economía, turismo y salud.

Además, obtener resultados cualitativos, los cuales se transformarán en cuantitativos, que serán ubicados en tablas discretas, con el fin de obtener la media, mediana, moda y el diagrama de cajas de cuartiles, dependiendo la pregunta del cuestionario; a su vez, graficar los datos mencionados en histogramas, para una mejor comprensión.

El método para ubicar los datos en tabla discreta es el siguiente (Erazo, 2013):

Tabla 2.1 Coeficientes de la tabla discreta

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
-------	-------	-------	-------	-------

- Primero: Se da una representación numérica a los datos cualitativos, ubicándolos en la clase (X_i), el cual se organiza de menor a mayor.
- Segundo: Se ubica en la frecuencia absoluta (n_i) el número de veces que se repite en cada X_i .
- Tercero: En la frecuencia relativa (f_i), se calcula el porcentaje de cada clase, de la siguiente manera:

$$f_i = \frac{n_i}{n} \quad (2.1)$$

Donde:

n : es el número de la muestra

- Cuarto: Se ubican las cantidades en frecuencia absoluta acumulada (N_i), los cuales se los obtiene sumando el número anterior de la n_i .
- Quinto: En la frecuencia relativa acumulada (F_i), se calcula el porcentaje, procurando que el último dígito como resultado 1.

$$f_i = \frac{n_i}{n} \quad (2.2)$$

Para el cálculo de media de los datos encontrados en la tabla discreta, se realiza la siguiente ecuación.

$$\bar{X} = \frac{X_i \times f_i}{n} \quad (2.3)$$

Según Erazo (2013), en lo que respecta el cálculo de la mediana (\tilde{X}), se toma como prioridad la posición de los datos, no obstante, se calcula $n/2$, y se selecciona el dato calculado en la F_i , sin embargo, si el dato exacto no se encuentra en la tabla, se procede a seleccionar la cantidad mayor cercana. Por otro lado, para obtener el dato de la moda (Md) se elige la cantidad con mayor repetición en la columna f_i .

Para la graficación del diagrama de cajas se necesita calcular los cuartiles, en porcentaje, que se ubicarán en la gráfica. Para lo mencionado, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_1 = \frac{n}{4}; Q_2 = \frac{n}{2}; Q_3 = \frac{3n}{4} \quad (2.4)$$

Se ubica los cuartiles de la siguiente manera:

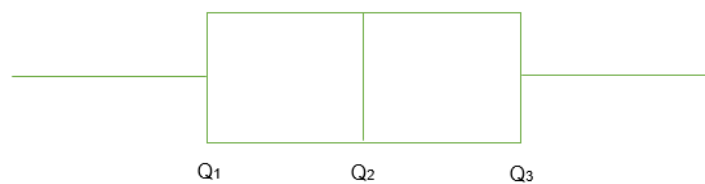


Figura 2.5 Diagrama de cajas

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Conforme al término del proceso redactado en la metodología, se obtuvieron los resultados, tanto para los procesos físicos y químicos, en cada una de las muestras tomadas en las cuatro estaciones mencionadas en la *Tabla 2.1*. Asimismo, se presentan los resultados estadísticos de la socialización realizada a la población guayaquileña, y por último, se analiza los costos para la realización del proyecto.

3.1 Resultados y Análisis de los parámetros

Se presentan las tablas de resultados de los parámetros con los valores tomados in situ, y a su vez las gráficas donde se muestra la dinámica de los datos y su respectivo análisis; teniendo en cuenta que cada una de las gráficas se visualizan líneas representativas de bajamar (roja) y de pleamar (azul).

3.1.1 Estación 1: Kennedy (Universidad Estatal)

Tabla 3.1 Parámetros obtenidos in situ, Estación 1

Hora	Mareas	Oxígeno disuelto [μM]	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]	Salinidad [‰]	Capa fótica [cm]	Corriente [m s^{-1}]	Dir. Viento	Cond. Atmosf [octas]
9:00	Pleamar (4.00 m)	51.25	26.70	6	45	0.02	3 kt NO	8
11:00	Amplitud diurna (Bajando)	73.13	26.20	10	65	0.09	4 kt NO	8
13:00	Amplitud diurna (Bajando)	104.69	25.90	4	100	0.17	4 kt NE	8
15:00	Bajamar (0.60 m)	125.31	24.80	6	100	0.07	4 kt NO	6
17:00	Amplitud diurna (Subiendo)	74.69	25.90	7	30	0.03	5 kt N	2

En la tabla 3.1, se observan los valores obtenidos en la estación 1, visualizando los parámetros que serán analizados a continuación, mediante el comportamiento de las gráficas de estos.

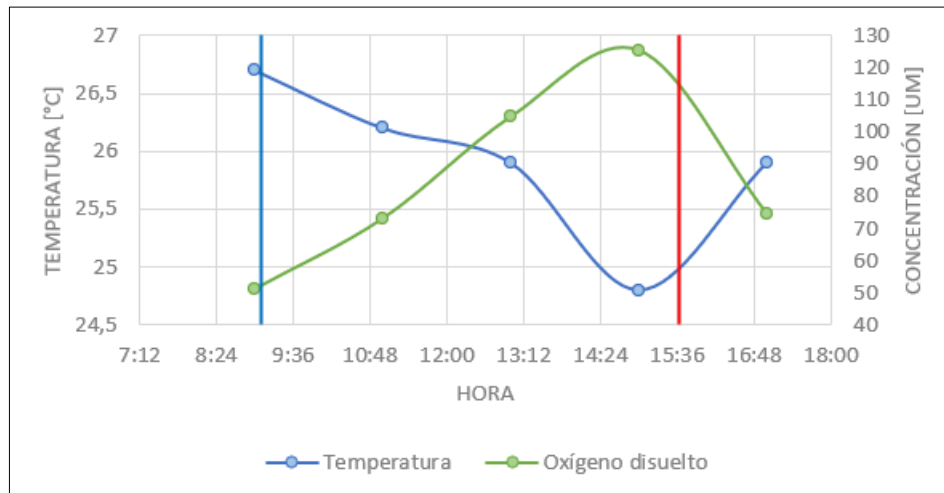


Figura 3.1 Temperatura Vs. Oxígeno Disuelto, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

En la figura 3.1 OD tiene tendencia ascendente en mareas diurnas, en donde se establece que va en aumento previo a la bajamar obteniendo su pico más alto, sin embargo, desciende sus valores una vez llegada la bajamar, indicando que tiene una tendencia oscilatoria. Puesto a la relación OD versus temperatura, se indica que los cuerpos de agua con temperatura baja poseen mayor capacidad de OD en comparación con los cuerpos de agua cálidos (Alcívar-Gonzalez, 2016), demostrando la existencia de la dinámica en los datos obtenidos in situ.

De acuerdo con estudios realizados en la zona, ha presentado mucha variación en la dinámica que el OD tiene en el cuerpo de agua, obteniendo datos históricos de Ayarza et al. (1993), la presencia de OD se encontraba en 54.69 µM en cercanías a la zona Kennedy Norte; mientras en estudios posteriores Álvarez et al. (2019), la presencia de OD tuvo un aumento en las horas de estudio, con un mínimo de 96.8 µM, siendo superior al límite permisible; sin embargo, actualmente se ha visto una disminución considerable con los datos obtenidos, siendo el 51.25 µM el valor mínimo cercano a la pleamar y con un máximo dado previa a la bajamar de 125.31 µM, indicando una presencia de anoxia considerable en horas determinadas.

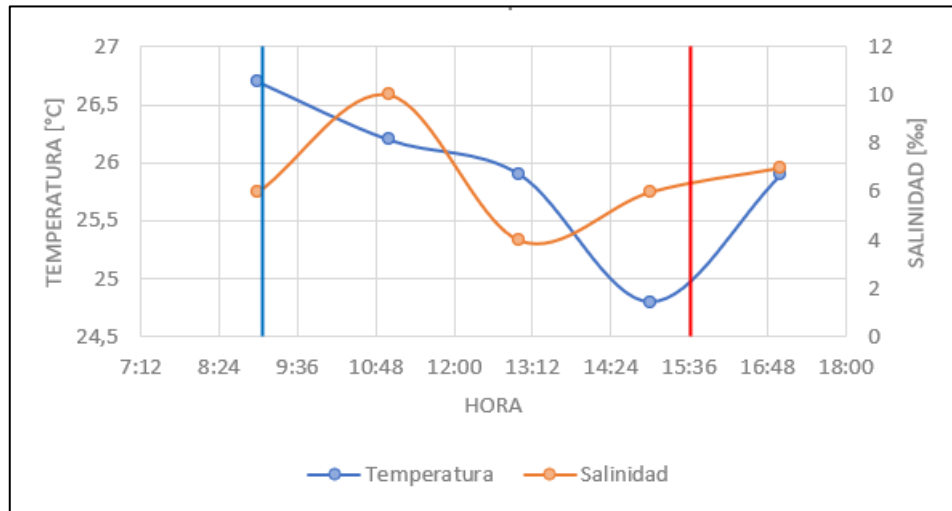


Figura 3.2 Temperatura Vs. Salinidad, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

En la figura 3.2 existe gran variación de los parámetros en las mareas diurnas, no obstante, luego de la bajamar los parámetros tienen un ascenso en donde llegan a encontrarse, es decir a la temperatura de 25.90 °C, la salinidad es de 7 ppm. De acuerdo con los estudios realizados previamente en la zona, se tienen valores mínimos de 5.61 ppt, infiriendo con las actuales (Ayarza, y otros, 1993). El cambio pronunciado se debe a la presencia de descargas directas (*Ilustración A-I*) al cuerpo de agua, en la zona de estudio, ocasionando que haya alteración a las condiciones del ES.

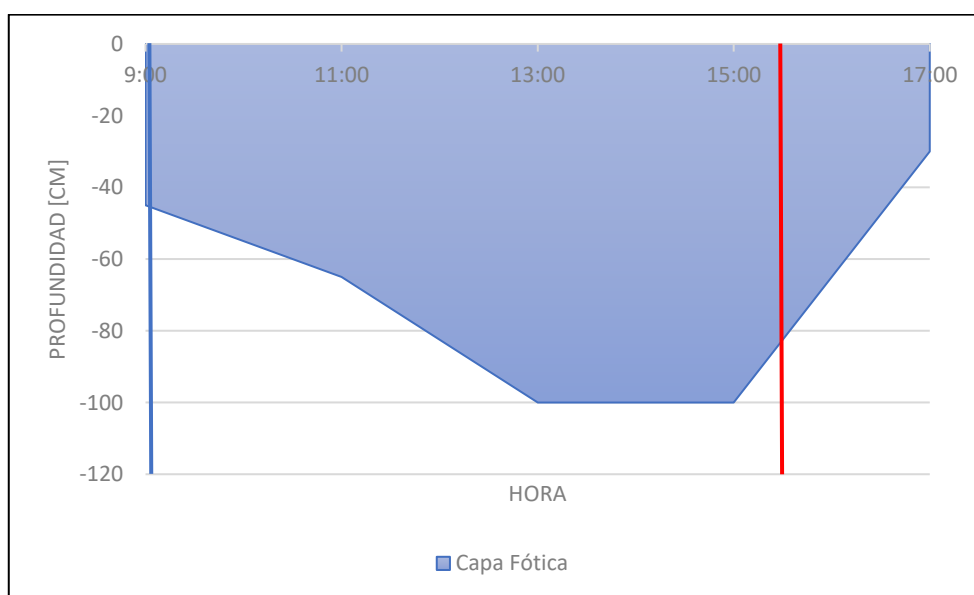


Figura 3.3 Capa Fótica, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

En la estación 1, estando en mareas diurnas se presenta mayor transparencia con una profundidad de 100 cm, en otras palabras, no hay tanto aporte de partículas disueltas. Por otro lado, luego de la bajamar, los rayos UV ya no ingresan a mayor profundidad, ya que las partículas disueltas absorben y dispersan el calor de la luz solar, causando la disminución de actividad fotosintética, por lo que baja la concentración del oxígeno (Universidad Computense Madrid, 2015), además de ser el mínimo valor de profundidad, con 30 cm, equivalente a 24 NTU, por lo que se obtiene 8 mg kg^{-1} de sólidos suspendidos en ese instante. Según los estudios realizados por Álvarez et al. (2019), presenta que en la zona de estudio el máximo valor de profundidad que obtuvieron es de 128 cm, discerniendo con lo obtenido en la actualidad, debido a que la máxima profundidad es de 100 cm. Este indicador muestra que con el tiempo ya no ingresa la luz a altas profundidades, ocasionando alteración en microorganismos y en los nutrientes.

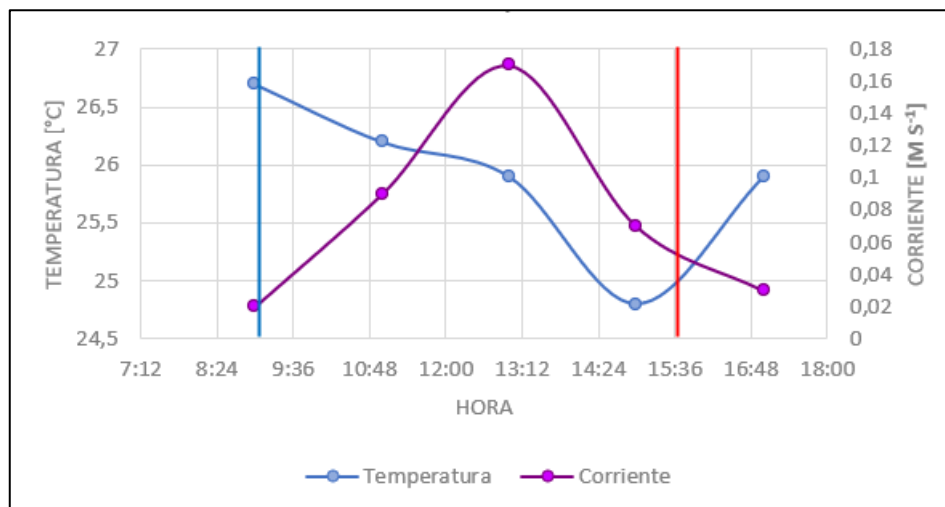


Figura 3.4 Temperatura Vs. Corriente, Estación 1. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

La figura 3.4 indica la variación de la corriente durante las horas de estudio, teniendo en cuenta que existió mayor corriente entre la pleamar y bajamar presentes; durante la toma de muestra no hubo alteración en el flujo de agua por parte de agentes externos como embarcaciones que circulen por el sector.

3.1.2 Estación 2: Miraflores

Tabla 3.2 Parámetros obtenidos in situ, Estación 2

Hora	Mareas	Oxígeno disuelto [μM]	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]	Salinidad [‰]	Capa fótica [cm]	Corriente [m s^{-1}]	Dir. Viento	Cond. Atmosf [octas]
7:00	Amplitud diurna (Subiendo)	38.13	24.60	4	20	0.01	6 kt NO	8
9:00	Pleamar (4.00 m)	43.75	24.70	3	25	0.04	2 kt NO	8
11:00	Amplitud diurna (Bajando)	71.88	25.20	5	40	0.14	2 kt NO	8
13:00	Amplitud diurna (Bajando)	27.81	26.50	2	30	0.20	1 kt NE	8
15:00	Amplitud diurna (Bajando)	38.75	26.80	1	20	0.23	3 kt NO	8
17:00	Bajamar (0.60 m)	26.88	26.60	1	17	0.15	7 kt N	8

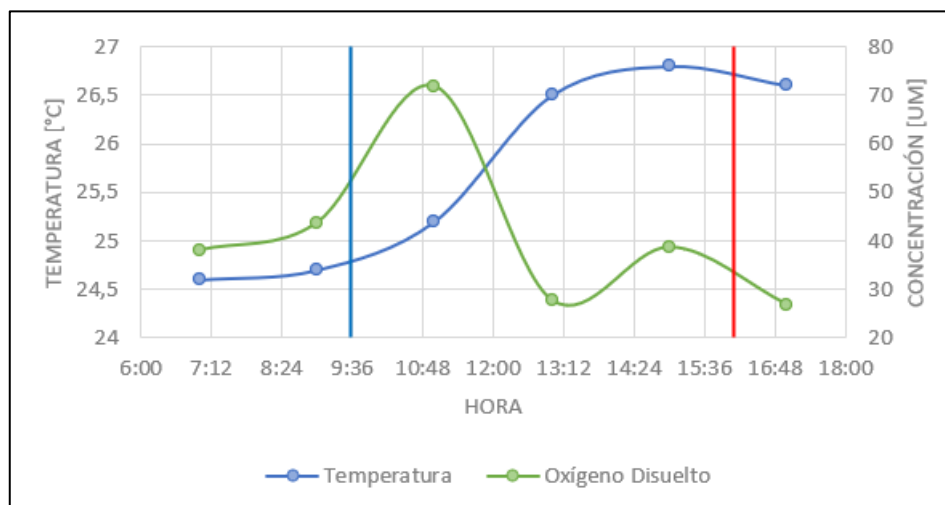


Figura 3.5 Temperatura Vs. Oxígeno Disuelto, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

En la relación Temperatura versus OD de la Figura 3.5, se presencia que en marea diurna (subiendo), ambos parámetros permanecen aproximadamente constantes. Sin embargo, luego de la pleamar ambos muestran cambios abruptos, ya que la temperatura tiene un incremento potencial, mientras que OD tiene una disminución, la cual cambia antes de estar en bajamar, para luego volver a descender. En base a los valores obtenidos por Ayarza et al. (1993), se realiza la comparación, siendo esta la base de los cambios en el transcurso del tiempo; teniendo como valor mínimo de $15.63 \mu\text{M}$, siendo resultado de las descargas de desechos y el crecimiento urbanístico e industrial del

sector. Por otro lado, según Mariscal-Santi et al. (2017) menciona que el valor máximo obtenido en su estudio fue de $27.19 \mu\text{M}$, determinando un cambio grande con el pasar de los años. Las descargas de desechos y el crecimiento de la ciudad, como se mencionó posteriormente, es algo que actualmente se continúa presenciando, viéndose reflejado en los valores obtenidos, notando que todos los datos estaban por debajo del límite permisible, exceptuando el valor de $71.88 \mu\text{M}$ tomado en el horario de 11:00, dentro de presencia de las mareas diurnas, luego de la pleamar.

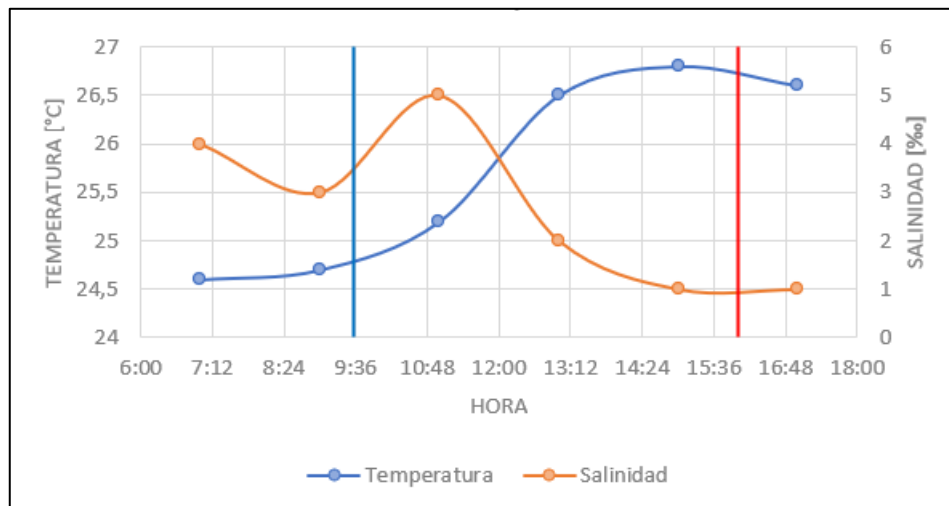


Figura 3.6 Temperatura Vs. Salinidad, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

En la figura 3.6, la salinidad va cambiando, sin embargo, en mareas diurnas, tiene un punto relevante de 5 ppt, y para luego descender. Seguidamente de la bajamar, se mantiene constante. En los estudios realizados por Mariscal-Santi et al. (2017) se presencia nivel de salinidad de 5.62 ppt, estando casi similar a los valores obtenidos actualmente, indicándonos que las variaciones de salinidad no han cambiado con los últimos años. Las condiciones en el sector siguen iguales, las descargas se realizan directamente en el afluente y ocasiona que el deterioro cada vez sea más grande.

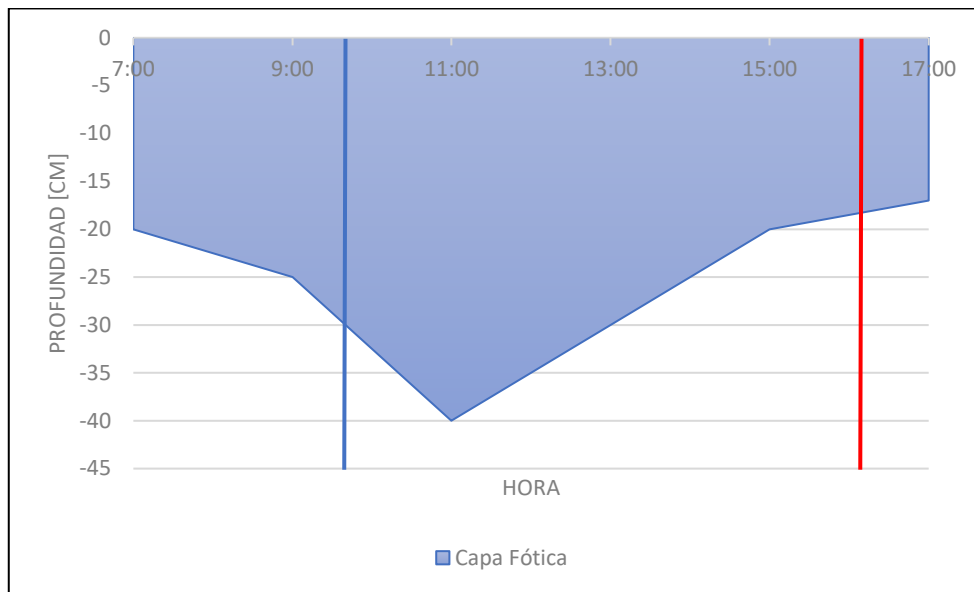


Figura 3.7 Capa Fótica, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

La capa fótica que presenta la segunda estación tiene valores mínimos de profundidad, donde en marea diurna (subida) se muestra un descenso a 40 cm, luego de la pleamar es notorio el ascenso, mostrando el valor mínimo de profundidad de 17 cm. Para conocer las partículas disueltas, el valor de 17 cm es equivalente a 50 NTU, obteniendo 17 mg kg⁻¹ de partículas disueltas. El estudio realizado por Mariscal-Santi et al. (2017) presenta un valor máximo de penetración solar en el cuerpo de agua de 172 NTU, mostrando que en el momento del muestreo se encontraron con 57 mg kg⁻¹ de partículas disueltas. La diferencia es notoria, por lo que se debe a la hora y momento del muestreo, sin embargo, la comparación de ambas muestra que no hay posibilidad de la actividad fotosintética, por motivo de los sólidos impidiendo el ingreso de la luz solar.

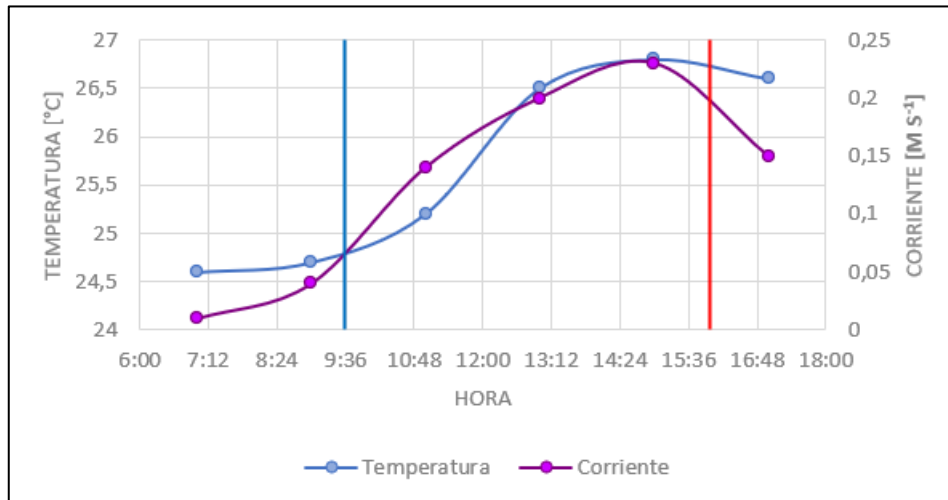


Figura 3.8 Temperatura Vs. Corriente, Estación 2. Línea azul representa bajamar, línea roja representa pleamar.

La corriente del sector Miraflores, como se observa en la figura 3.8, tiene un incremento acorde al tiempo y en base a la presencia de las mareas diurnas, siendo previo a la pleamar donde existe menor corriente, luego existe un aumento acorde se acerca a la bajamar; es necesario argumentar la existencia de agentes externos que ocasionan que la corriente tenga variación, puesto que la descarga de agua en un horario determinado cambió la dinámica de la corriente.

3.1.3 Estación 3: Puerto Azul

Tabla 3.3 Parámetros obtenidos in situ, Estación 3

Hora	Mareas	Oxígeno disuelto [μM]	Temperatura [°C]	Salinidad [‰]	Capa fótica [cm]	Corriente [m s ⁻¹]	Dir. Viento	Cond. Atmosf [octas]
10:00	Pleamar (4.00 m)	72.81	26.10	7	100	0.06	4 kt NO	8

En la tabla 3.3, se pueden observar los distintos parámetros que fueron adquiridos en la estación. El OD se encuentra por encima de los valores límites establecidos, teniendo además como referencia los datos recabados por Delgado-Menoscal (2019) donde el OD en Puerto Azul fue superior a 187.50 μM, considerando la presencia de manglar que permite la existencia de procesos fotosintéticos en el lugar, generando oxigenación.

En lo que respecta a salinidad se presenta un valor de 7 ppt, tomado en pleamar, por lo que la presencia de salinidad se debe al refluo de agua en la zona. Por otro lado, siendo un sector con vegetación presenta que la capa fótica fue de 100 cm, es decir la presencia de sólidos disueltos es mínima, permitiendo el paso de luz en el cuerpo de agua. Por otro

lado, la corriente en la estación se vio influenciada por el paso de embarcaciones en la zona y por la presencia del muelle Yacht Club – Puerto Azul.

3.1.4 Estación 4: Puerto Hondo

Tabla 3.4 Parámetros obtenidos in situ, Estación 4

Hora	Mareas	Oxígeno disuelto [μM]	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]	Salinidad [‰]	Capa fótica [cm]	Corriente [m s^{-1}]	Dir. Viento	Cond. Atmosf [octas]
9:00	Amplitud diurna (Subiendo)	57.50	24.70	9	33	0.03	5 kt NE	6
11:00	Pleamar (4.00 m)	63.13	24.30	6	155	0.10	5 kt NE	6
13:00	Amplitud diurna (Bajando)	74.69	24.20	6	130	0.09	5 kt NO	5
15:00	Amplitud diurna (Bajando)	120.31	24.10	16	132	0.08	5 kt N	6

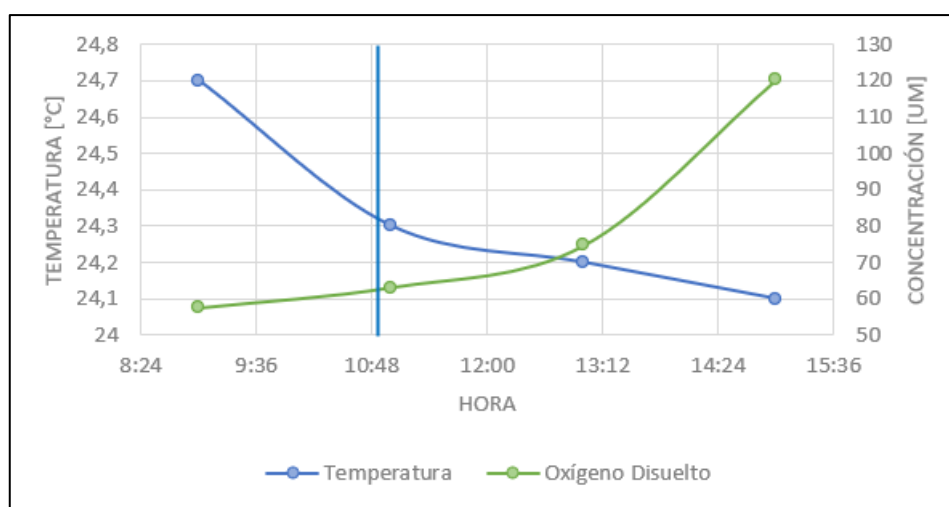


Figura 3.9 Temperatura Vs. Oxígeno Disuelto, Estación 4. Línea azul representa bajamar.

En la estación Puerto Hondo, la figura 3.5 de Temperatura versus OD, presenta una tendencia ascendente en el OD, mientras la temperatura va descendiendo, teniendo en cuenta cómo se mantienen después de la pleamar. Para Drouet y Lovato (2015) los valores obtenidos en su estudio fluctúan en un mínimo de 43.43 μM y un máximo de 75 μM en diferentes épocas, Monserrat y Medina (2011) en cambio tiene 89.69 μM como la media de los valores obtenidos en el sector, estando en los rangos a los obtenidos actualmente donde el valor mínimo obtenido es de 57,5 μM previo a la pleamar y luego subiendo hasta un máximo de 120.31 μM que se dio antes de la bajar. Cabe mencionar el hecho de la existencia de manglar en la zona, ocasionando que exista más

oxigenación. Ayarza et al. (1993) presenta valores cuyo rango se encontraba entre 84.38 μM y 146.88 μM , debido a la poca presencia de población en el sector, algo que se ha visto influenciado en la actualidad por tener un área de recreación y con poco control en el cuidado de la contaminación en sus alrededores.

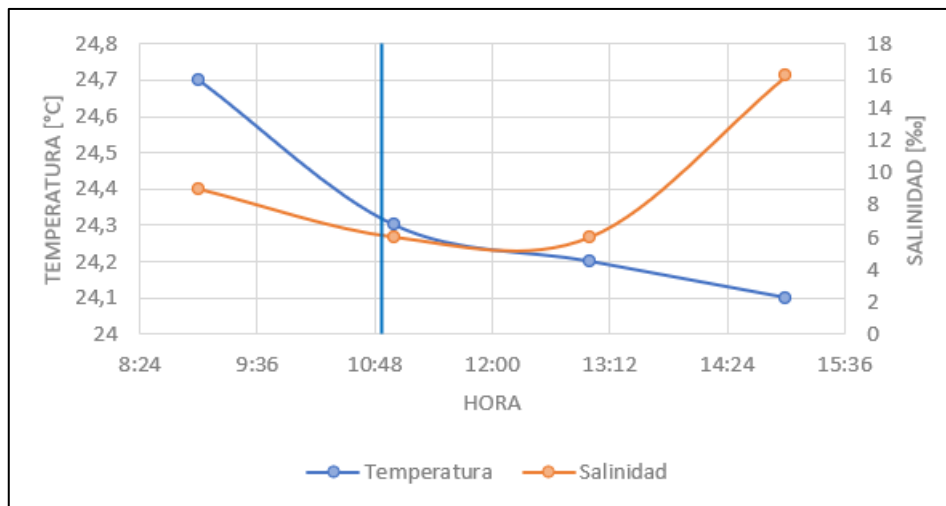


Figura 3.10 Temperatura Vs. Salinidad, Estación 4. Línea azul representa bajamar.

La salinidad presente en Puerto Hondo, como se ve en la figura 3.6, mantiene una tendencia descendente hasta llegar a los niveles de pleamar, donde vuelve a tomar valores ascendentes. La salinidad en el sector se ve influenciado por las épocas secas y lluviosas. Para Monserrat y Medina (2011) la salinidad tiene un valor de 10.37 ppt, dando a entender que existe mayor presencia y retención de salinidad que en las otras estaciones, Drouet y Lovato (2015) tuvo como resultado 28.2 ppt; al formar parte de la reserva, la conservación de salinidad es diferente a los otros sitios donde existe gran influencia de la población, y viéndose reflejados en los valores actuales donde el mínimo fue de 6 ppt y el máximo estuvo en 16 ppt para las horas de estudio.

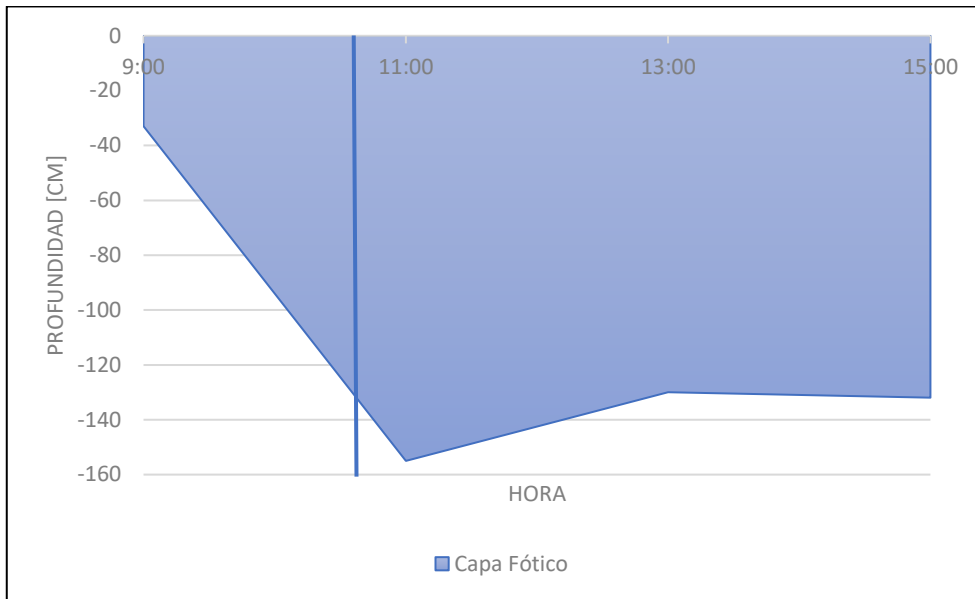


Figura 3.11 Capa Fótica, Estación 4. Línea azul representa bajamar.

La capa fótica que presentó la cuarta estación tiene como valores de profundidad superiores a 100 cm, equivalentes a mayor de 2 NTU, exceptuando el horario previo a bajamar; donde se muestra un valor de 30 cm, el cual es equivalente a 21 NTU, es decir, presenta 7 mg kg^{-1} de sólidos disueltos. Según Naranjo (2015), los estudios realizados en puerto hondo, presenta valores mayores a 2 NTU, mostrando que a pesar de los años, no hay presencia de cantidades relevantes de sólidos disueltos, en una zona con alto grado de vegetación.

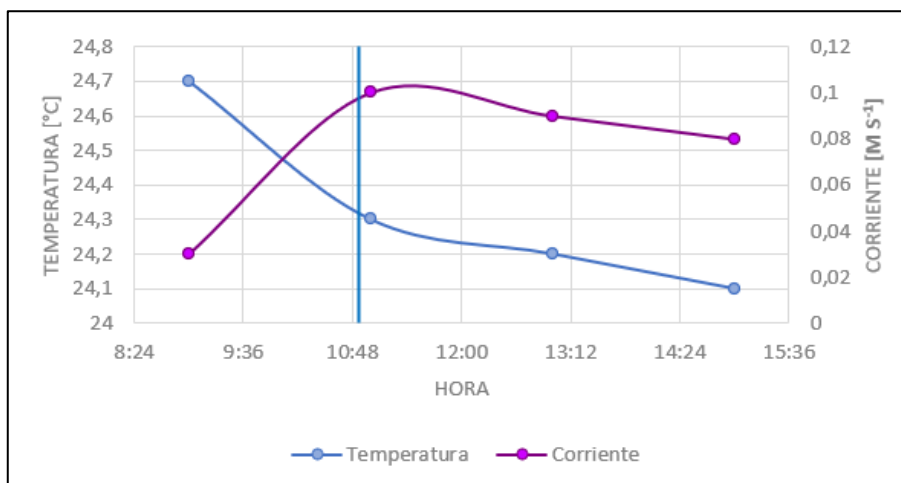


Figura 3.12 Temperatura Vs. Corriente, Estación 4. Línea azul representa bajamar.

La corriente en el sector tiene un descenso después de la pleamar, manteniendo valores bajos debido a la poca presencia de nivel de marea que existe. Cabe mencionar la

influencia local por el paso de embarcaciones artesanales y el área de recreación ocasionan que la marea tenga variaciones constantes; sin embargo, los datos se obtuvieron cuando no existía presencia de personas para uso recreativo, por lo tanto, la marea muestra la tendencia que se observa en la figura, además de la existencia de bancos de sedimentos y poca profundidad en algunas zonas.

3.2 Resultados y Análisis de los nutrientes

En esta sección se muestran las gráficas de los diferentes nutrientes que se analizaron, según los promedios obtenidos de cada estación para realizar su respectiva síntesis. Por otro lado, se muestra la *Tabla 3.5* donde se encuentran los valores antes mencionados, para su graficación.

Tabla 3.5 Resultados promedio de parámetros químicos por estación

Estaciones	Oxígeno disuelto [μM]	Nitrito (NO_2^-) [μM]	Nitrato (NO_3^-) [μM]	Fosfato (PO_4^{3-}) [μM]	Amonio (NH_3) [μM]
U. Estatal	85.81	2.71	81.43	26.81	60.91
Miraflores	41.2	1.01	64.29	59.03	>250
Puerto Azul	72.81	2.61	128.57	35.97	6.79
Puerto Hondo	78.91	1.79	82.14	26.25	15.98

3.2.1 Nutriente: Nitrito

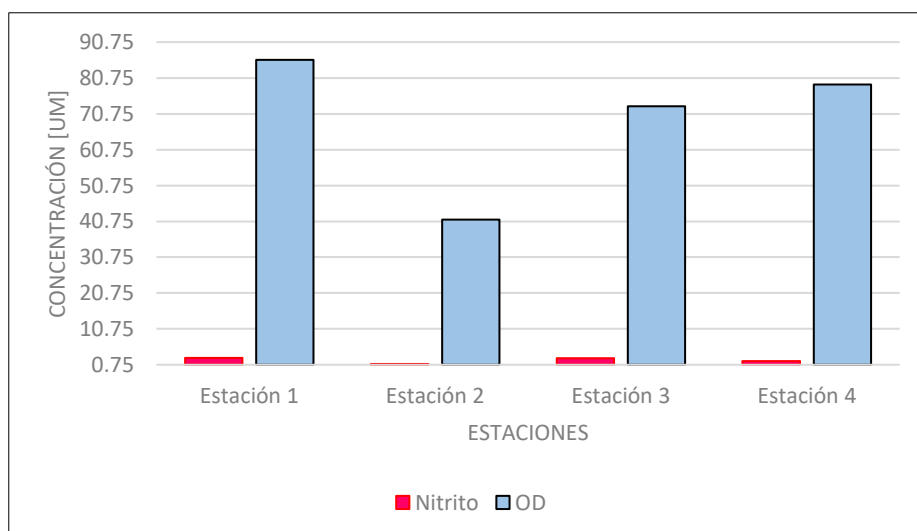


Figura 3.13 Oxígeno Disuelto vs. Nitrito

En la figura 3.13 se muestran valores de nitrito por debajo del límite de $7.14 \mu\text{M}$ ($\text{NO}_2^- - \text{N}$), en todas las estaciones, sin embargo, en la estación 2 se muestra el valor mínimo, teniendo un valor de $1.01 \mu\text{M}$ ($\text{NO}_2^- - \text{N}$). Ayarza et al. (1993) mencionan que obtuvo

resultados menores a $3.57 \mu\text{M} (\text{NO}_2^- - \text{N})$, además que Ormaza-González et al. (2022a) muestran el valor promedio obtenido en un estudio en la estación 2, siendo este de $1.63 \mu\text{M} (\text{NO}_2^- - \text{N})$, demostrando que con el pasar del tiempo los valores de nitrito han disminuido. Los valores pequeños de nitrito se deben a que el nutriente se encuentra en oxidación intermedio entre el nitrato y amoníaco (Rodríguez, 2001). Generalmente, en agua superficiales, los valores de nitrito son relativamente bajos, no obstante, puede haber concentraciones altas, las cuales se obtienen debido a las descargas de aguas residuales e industriales.

La dinámica que nitrito y OD es muy similar, notando que el valor mínimo es en la estación 2, siendo menor que límite permisible, mostrando presencia de anoxia en el sector. Al contrario, en estación 4; se observa que el valor de nitrito es pequeño, mientras que OD tiene un valor relativamente alto, y esto es debido a que la estación 4 es área de vegetación, por lo que hay presencia de actividad fotosintética.

3.2.2 Nutriente: Nitrato

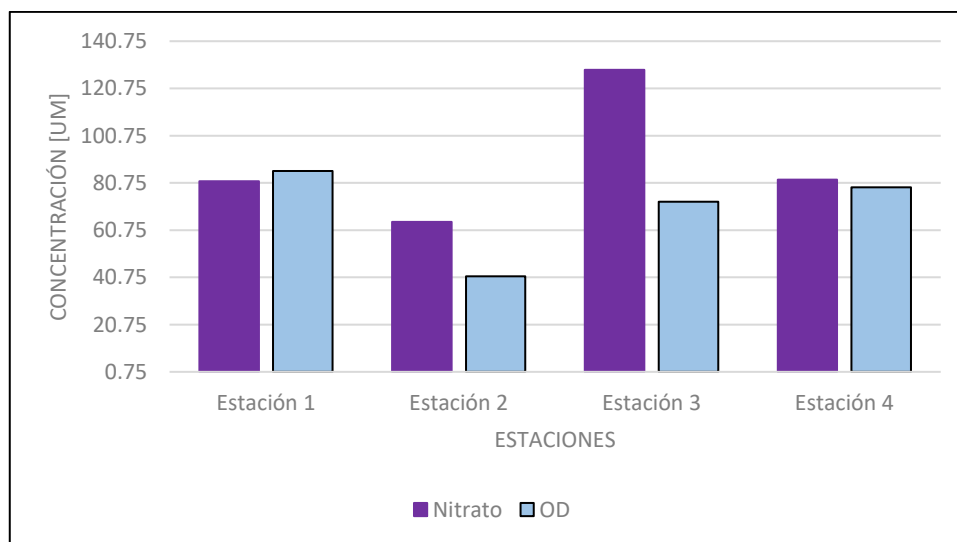


Figura 3.14 Oxígeno Disuelto vs. Nitrato

Los niveles de nitrato son muy concentrados en las cuatro estaciones, no obstante, se observa que en la estación 3, se tiene altas concentraciones, presentando un valor de $128.57 \mu\text{M} (\text{NO}_3^- - \text{N})$. Menoscal (2019) señala que el valor promediado que obtuvo, en la estación 3, es de $178 \mu\text{M} (\text{NO}_3^- - \text{N})$ mostrando que hubo una ligera disminución en la diferencia de años; no obstante, puede ocurrir debido al factor de la época estacional y la cantidad de muestras adquiridas donde se obtuvo el promedio para la síntesis. Sin

embargo, los estudios muestran valores elevados, debido a la presencia de oxígeno en las zonas de estudio (Ayarza, y otros, 1993).

Por otro lado, visualizando la relación nitrato vs. OD, se sujeta que cuando baja la concentración de nitrato, sube OD, y viceversa; esto se debe al momento de tener mayor concentración de nitrato, incrementa la producción de algas, las cuales no permite el traspaso de la luz solar en el cuerpo de agua, creando zonas con bajos niveles de OD, creando un ambiente sin posibilidad de vida acuática (United States Environmental Protection Agency, 2015).

3.2.3 Nutriente: Fosfato

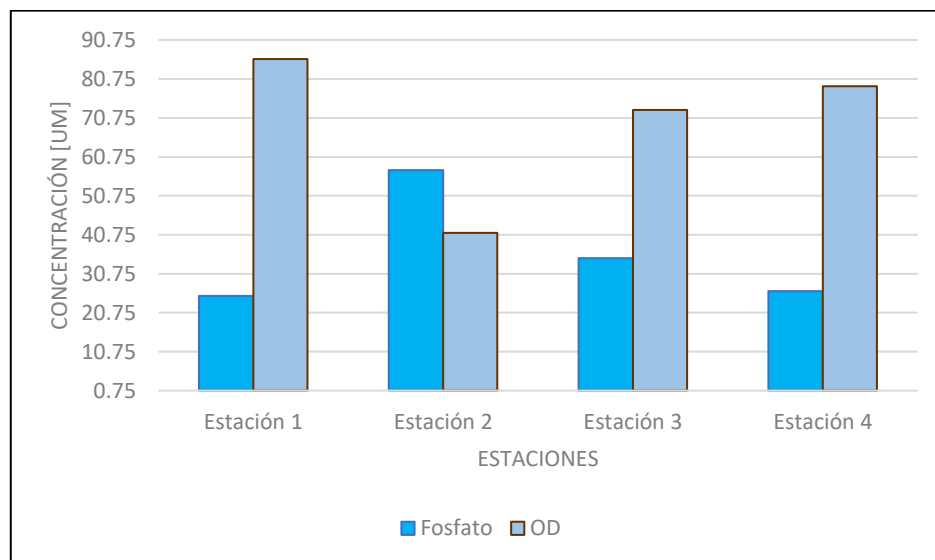


Figura 3.15 Oxígeno Disuelto vs. Fosfato

La figura 3.15 denota cuánta es la concentración del Fosfato en las estaciones de estudio, la estación 2 presenta mayor concentración con un promedio de 59.03 µM ($PO_4^{3-} - P$), siendo mucho mayor a los obtenidos por Ayarza et al. (1993) y Mariscal-Santi et al. (2017), indicando el cambio que ha existido durante los últimos años han tenido mayor impacto en las masas de agua. Cabe mencionar que las muestras fueron diluidas para obtener la relación de:

$$\begin{aligned} 0,001\ l &\rightarrow \text{Muestra diluida} \\ 0,01\ l &\rightarrow \text{Muestra real} \end{aligned} \quad (3.1)$$

Puesto que el equipo utilizado no logró leer en las primeras instancias para todas las muestras. Los valores de las otras estaciones estuvieron en el rango de los obtenidos en

estudios anteriores, teniendo en cuenta que el sector de la estación 1 ($26.81 \mu\text{M} (PO_4^{3-} - P)$) tuvo un descenso en comparación a Mariscal-Santi et al. (2017) cuyo valor máximo fue de $28.57 \mu\text{M} (PO_4^{3-} - P)$ y mucho menor a lo obtenido por Álvarez et al. (2019) con $68.38 \mu\text{M} (PO_4^{3-} - P)$, denotando que existió mayor concentración durante la época de estudio. Por su parte, la estación 3 contó con $35.97 \mu\text{M} (PO_4^{3-} - P)$, debiéndose a la presencia el Yacht Club, embarcaciones y las descargas directas al estuario ocasionan que exista un incremento considerable en los análisis. La estación 4 es de los sitios cuyo valor promedio fue de $26.5 \mu\text{M} (PO_4^{3-} - P)$, estando por encima de lo obtenido por Drouet & Lovato (2015) cuyo valor fue de $45.48 \mu\text{M} (PO_4^{3-} - P)$, dando a entender que los valores fueron más altos por los abastecimientos de aguas residuales que contienen gran cantidad de fosfatos, proviniendo de los detergentes que son utilizados por los pobladores.

3.2.4 Nutriente: Amonio

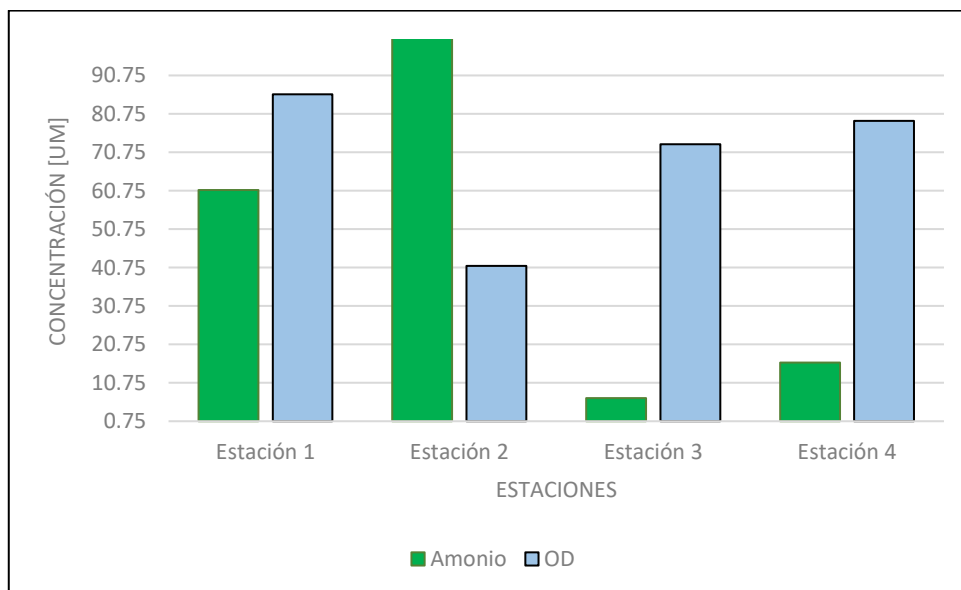


Figura 3.16 Oxígeno Disuelto vs. Amonio

Las concentraciones de amonio en las masas de agua de las estaciones dieron valores elevados en estación 1 y 2 con $60.91 \mu\text{M} (NH_3 - N)$ y un valor mayor a las lecturas del equipo de $250 \mu\text{M} (NH_3 - N)$ respectivamente, denotando una alta presencia del compuesto. La presencia excesiva de amonio indica una alta descomposición de los organismos, además de las descargas de aguas residuales sin tratar, ocasionando la

existencia de malos olores y una alta contaminación. Es muy distinto a lo observado en estación 3 quien tiene 6.79 μM ($\text{NH}_3 - \text{N}$) y la estación 4 con un promedio de 15.98 μM ($\text{NH}_3 - \text{N}$). A diferencia de lo obtenido por Barros (2021) cuyo valor fue de 45.71 μM ($\text{NH}_3 - \text{N}$) en cercanías de la estación 1, indica un breve aumento en la actualidad. Morante et al (2010) como resultado tiene como concentración de amonio de 174.42 μM ($\text{NH}_3 - \text{N}$), siendo superior a los recabados tanto en el 2021 y actualmente, mientras que en la estación 2 fue de 578.57 μM ($\text{NH}_3 - \text{N}$), valor demasiado alto para aguas estuarinas y constatando que en las tomas actuales no se pudo obtener por el exceso contenido. Las estaciones 3 y 4 están dentro de los parámetros establecidos para áreas de reserva como se menciona en el TULSMA indicando que, al formar parte de la RPFMS, deberían estar en más control por ser áreas que incluso son de uso humano por las actividades que se realizan.

3.3 Resultados y Análisis estadísticos de la socialización

3.3.1 Resultados estadísticos

En esta sección se presentará la encuesta realizada a una muestra de 100 personas que residen en la ciudad de Guayaquil, la cual posee 2698077 habitantes aproximadamente; con un nivel de confianza del 95%, obteniendo un margen de error de 9.80%, es decir, las respuestas presentadas en el cuestionario muestran un grado de confianza aceptable.

De igual manera, se verá reflejado el estudio estadístico de cada pregunta de la encuesta realizada al grupo de personas enfocado.

3.3.1.1 ¿Cuántos años tiene?

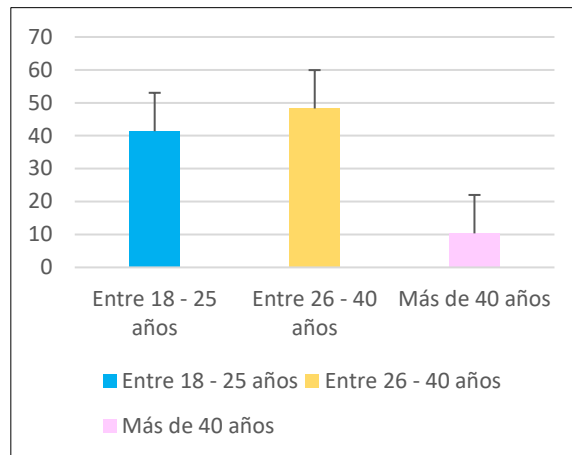


Figura 3.17 Datos de edades

Tabla 3.6 Edades de la población enfocada

	X_i	%
Entre 18 - 25 años	42	41.38
Entre 26 - 40 años	48	48.28
Más de 40 años	10	10.34
	100	

3.3.1.2 ¿Cuán importante es el ES para usted?

Se valoró las opciones de mayor a menor con respecto a la importancia, de tal forma que: Importante (1), regular (2), poco importante (3).

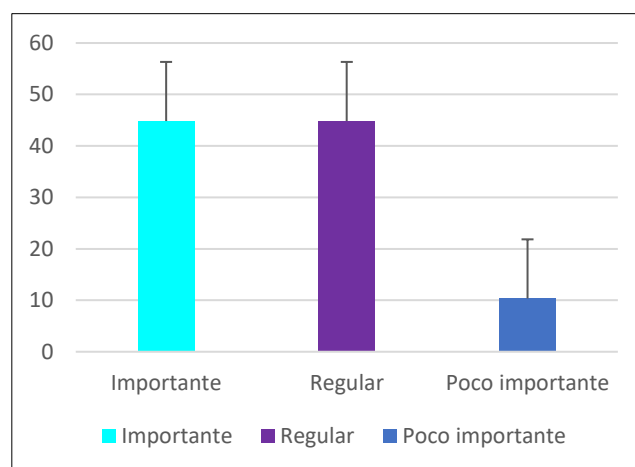


Figura 3.18 Rango de importancia según la población

Tabla 3.7 Importancia del ES

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
1	45	0.45	45	0.45
2	45	0.45	90	0.90
3	10	0.1	100	1
	100			

$$\bar{X} = 1.65$$

$$\tilde{X} = 90$$

$$Md = 45$$

3.3.1.3 ¿Usted conoce cuáles son las condiciones del ES?

Procedemos a valorar las opciones con respecto a las condiciones, de manera en que: Limpio (1), un poco sucio (2), muy sucio (3); donde (1), no tiene dato alguno, por lo tanto, no se refleja en la tabla.

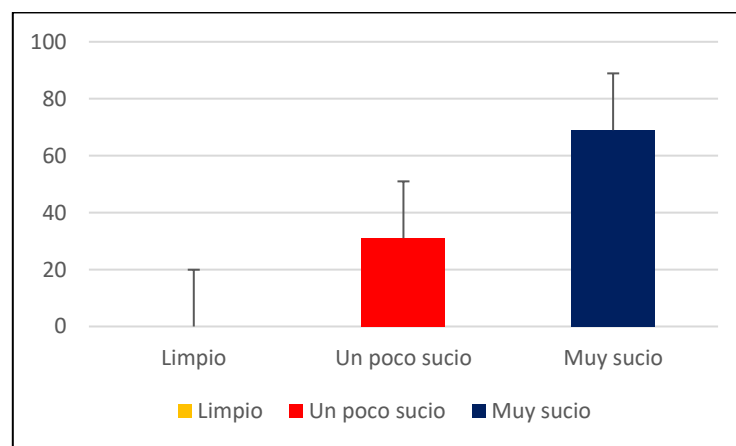


Figura 3.19 Condiciones del cuerpo de agua

Tabla 3.8 Condiciones del ES

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
2	31	0.31	31	0.31
3	69	0.69	100	1
	100			

$$\bar{X} = 2.69$$

$$\tilde{X} = 100$$

$$Md = 69$$

3.3.1.4 ¿Qué tipo de actividades realiza en el ES?

Se evaluaron las opciones de las actividades, de tal forma que: Circular cerca del sector (1), actividades deportivas (2), transporte (3), ninguna (4).

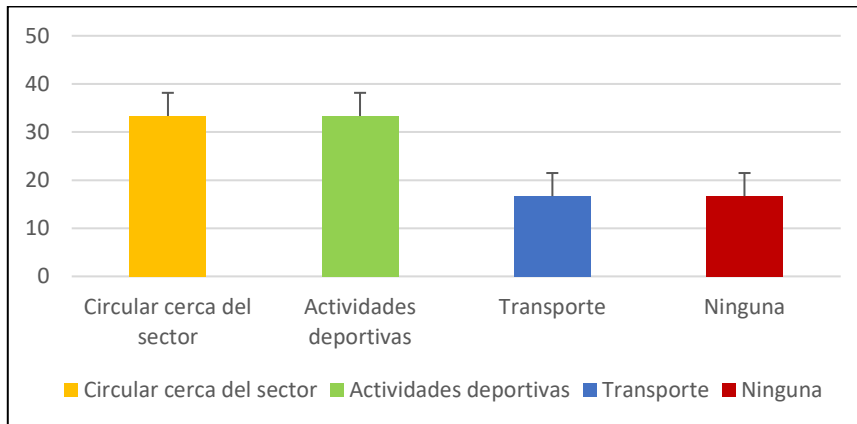


Figura 3.20 Actividades en el cuerpo de agua

Tabla 3.9 Actividades en el ES

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
1	33	0.33	33	0.33
2	33	0.33	66	0.66
3	17	0.17	83	0.83
4	17	0.17	100	1
	100			

$$\bar{X} = 2.18$$

$$\tilde{X} = 66$$

$$Md = 33$$

3.3.1.5 Del 1 - 5, ¿Qué tan contaminado se encuentra el ES, según su criterio?

De acuerdo con los datos obtenidos del 1-2, no se encuentran reflejados en la tabla de datos, debido a que no obtuvo dato alguno.

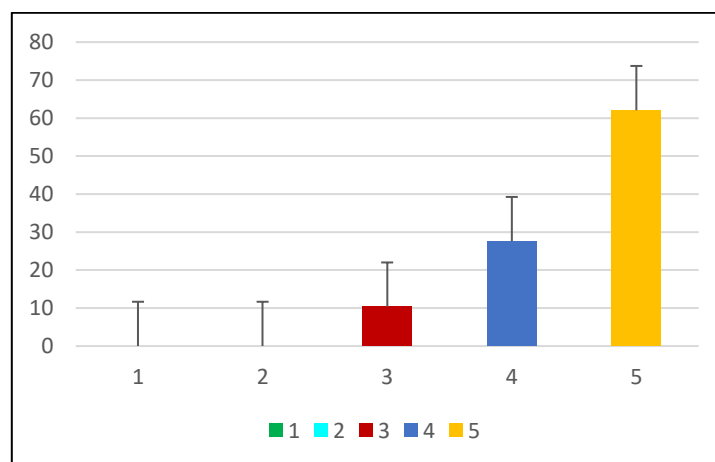


Figura 3.21 Nivel de contaminación

Tabla 3.10 Estado del ES

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
3	10	0.1	10	0.1
4	28	0.28	38	0.38
5	62	0.62	100	1
	100			

$$\bar{X} = 4.52$$

$$\tilde{X} = 100$$

$$Md = 62$$

3.3.1.6 ¿Ha presenciado cambios en el ES en los últimos 15 años?

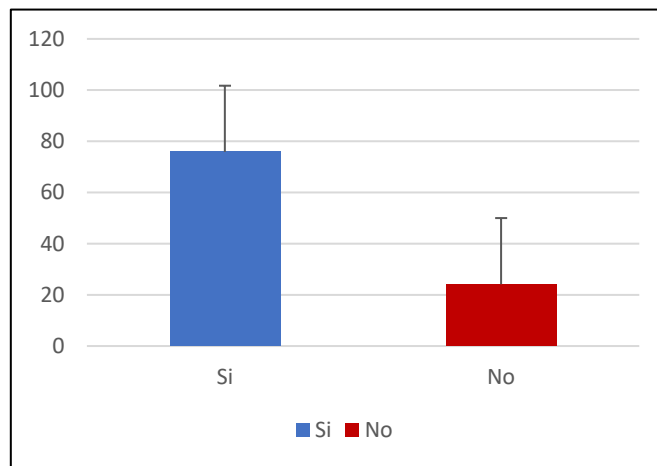


Figura 3.22 Cambios presenciados en el ES

Tabla 3.11 Cambios en los últimos 15 años

	X_i	%
Si	76	75.86
No	24	24.14
	100	

3.3.1.7 En caso de haber presenciado cambios, ¿Qué cambios ha observado, de manera negativa?

Se valoró las opciones de mayor a menor con respecto a la importancia, de tal forma que: Nada (1), poco importante (2), mucho (3), para cada cambio presenciado.

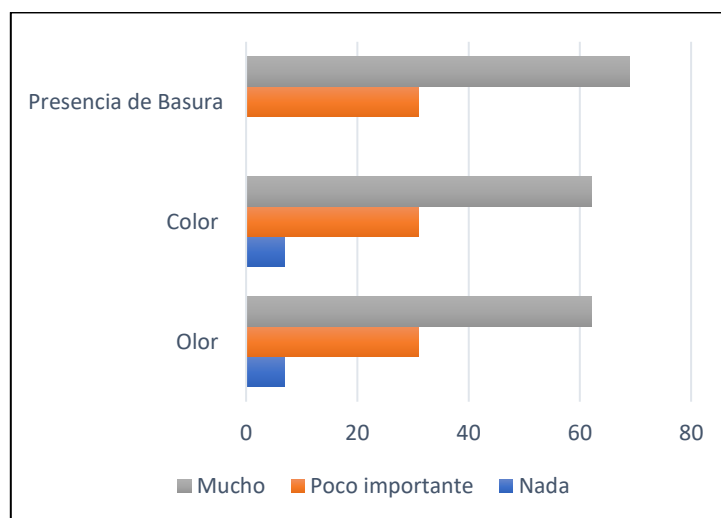


Figura 3.23 Cambios negativos

Tabla 3. Olor y color basados en la observación

X_i	Olor - Color			
	n_i	f_i	N_i	F_i
1	7	0.07	7	0.07
2	31	0.31	38	0.38
3	62	0.62	100	1
	100			

$$\bar{X} = 2.55$$

$$\tilde{X} = 100$$

$$Md = 62$$

En el aspecto de presenciar basura en el (1), no tiene dato alguno, por lo tanto, no se refleja en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Presencia de basura según observación

X_i	Presencia de Basura			
	n_i	f_i	N_i	F_i
2	31	0.31	31	0.31
3	69	0.69	100	1
	100			

$$\bar{X} = 2.69$$

$$\tilde{X} = 100$$

$$Md = 69$$

3.3.1.8 Desde su punto de vista, ¿De dónde proviene la contaminación del ES?

La valoración de las opciones que se dieron en la pregunta se refleja de la siguiente manera: Aguas residuales (1), basura (2), combustibles (3), pobladores de la zona (4), industrias (5), todas las anteriores (6).

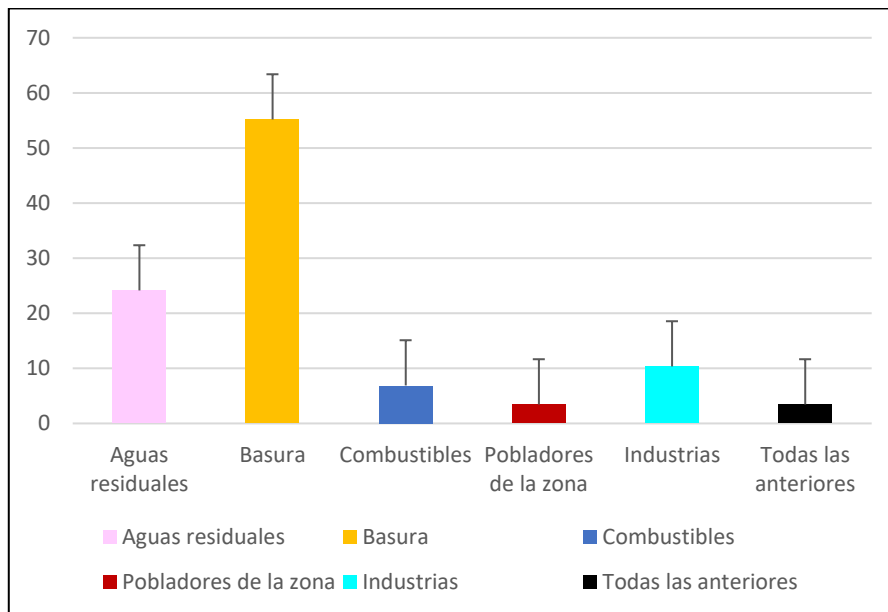


Figura 3.24 Proveniencia de la contaminación

Tabla 3.13 Valores de criterio sobre la proveniencia de la contaminación

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
1	24	0.24	24	0.24
2	55	0.55	79	0.79
3	7	0.07	86	0.86
4	3	0.03	89	0.89
5	10	0.1	99	0.99
6	1	0.01	100	1
	100			

$$\bar{X} = 2.23$$

$$\tilde{X} = 79$$

$$Md = 55$$

3.3.1.9 ¿Ha presenciado descarga de aguas lluvias o residuales en el ES?

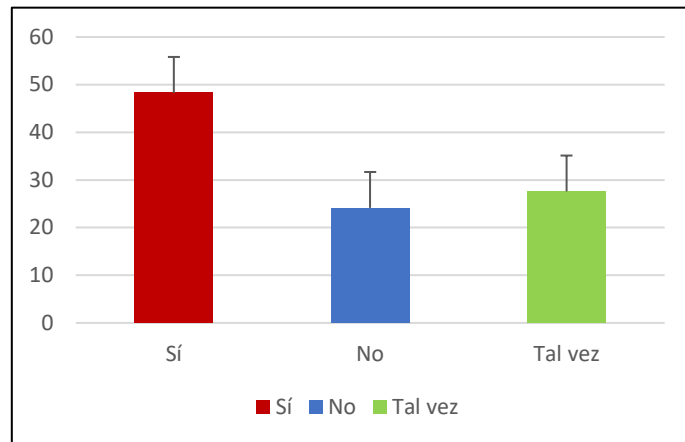


Figura 3.25 Presencia de descargas de agua lluvias y residuales

Tabla 3.14 Presencia de descargas de agua

	X_i	%
Tal vez	28	27.59
Si	48	48.28
No	24	24.14
	100	

3.3.1.10 Antiguamente el ES era considerado un lugar de recreación. En su estado actual, ¿Cree que sigue siendo un lugar atractivo para el turista/población?

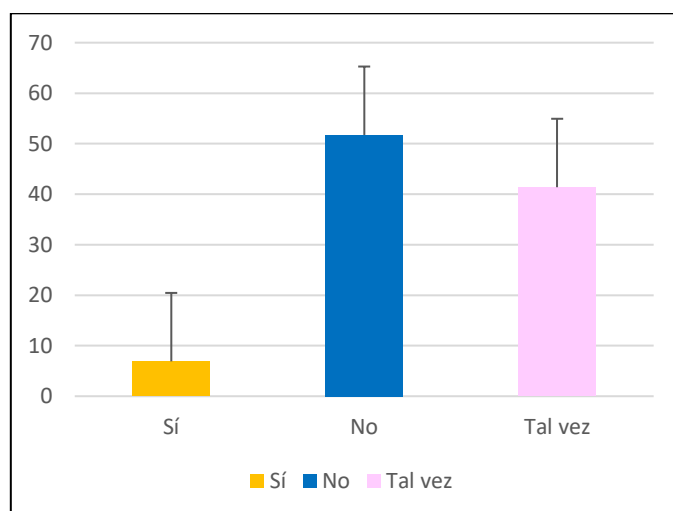


Figura 3.26 ES considerado como lugar recreativo

Tabla 3.15 Datos de la opinión sobre ES como sitio turístico

	X_i	%
Tal vez	41	41.38
Si	7	6.90
No	52	51.72
	100	

3.3.1.11 ¿Cree usted que en las zonas cercanas al ES es factible para la ubicación de restaurantes o lugares de comida?

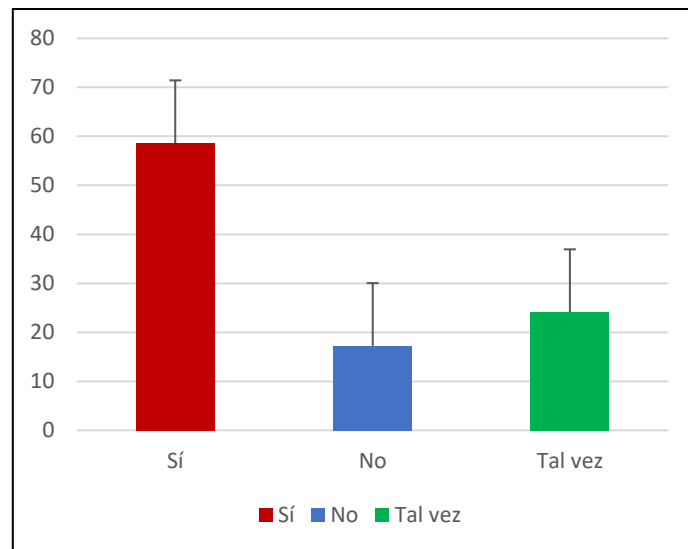


Figura 3.27 Zonas factibles para lugares de alimento

Tabla 3.16 Cerca de los lugares de comida

	X_i	%
Tal vez	17	17.24
Si	24	24.14
No	59	58.62
	100	

3.3.1.12 ¿Cree que los ingredientes de los alimentos que se utilizan en los restaurantes o puestos de comida pueden contaminar el ES?

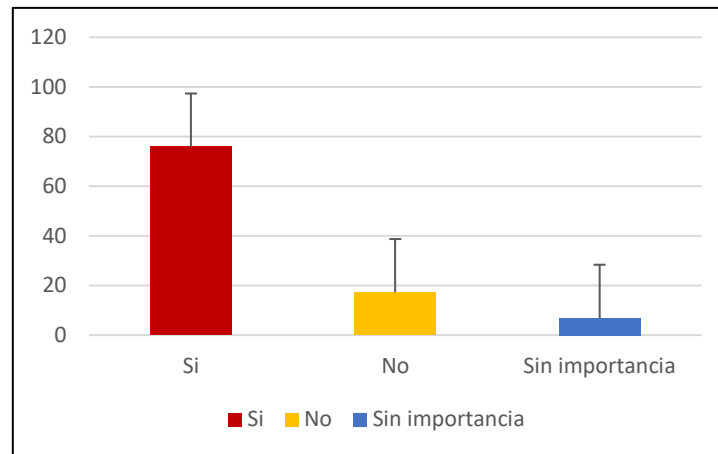


Figura 3.28 Ingredientes como contaminantes del ES

Tabla 3.17 Ingredientes en el ES

	X_i	%
No	17	17.24
Si	76	75.86
Sin importancia	7	6.90
	100	

3.3.1.13 ¿Usted piensa que la contaminación del ES afecta a la fauna?

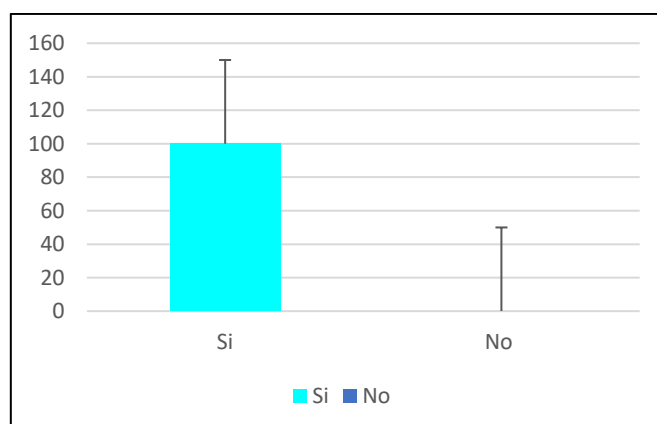


Figura 3.29 Criterio sobre la afectación de la fauna

En la presente pregunta, las 100 personas encuestadas contestaron que efectivamente la contaminación del ES afecta la fauna, como se puede observar en la figura 3.29.

3.3.1.14 ¿Cuáles son los organismos que más se ven afectados?

Se dio la valoración a las opciones de la pregunta, de la siguiente forma: Acuáticos (1), terrestres (2), aéreas (3), todos los anteriores (4), en donde (2) y (3) no poseen dato alguno, por lo tanto, no se ve reflejado en la tabla 3.18.

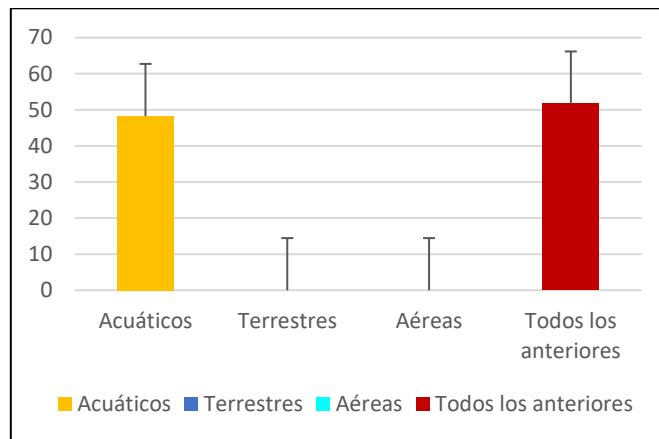


Figura 3.30 Organismos más afectados

Tabla 3.18 Organismos más afectados

X_i	n_i	f_i	N_i	F_i
1	48	0.48	48	0.48
4	52	0.52	100	1
	100			

$$\bar{X} = 2.56$$

$$\tilde{X} = 100$$

$$Md = 52$$

3.3.1.15 ¿Conoce usted alguna campaña para la limpieza del ES?

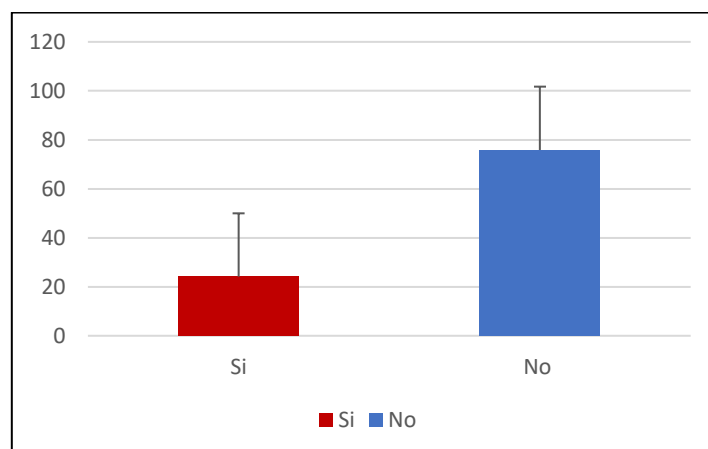


Figura 3.31 Campaña de limpieza del ES

Tabla 3.19 Existencia de campañas para la limpieza del ES

	X_i	%
No	76	75.86
Si	24	24.14
	100	

3.3.1.16 ¿Usted evita contaminar el ES?

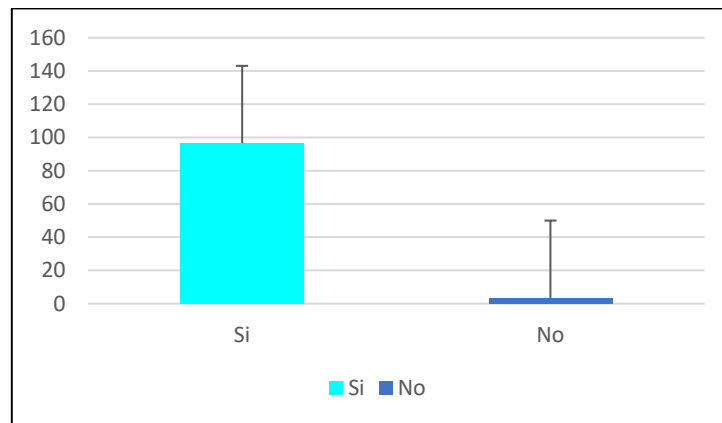


Figura 3.32 Datos sobre la acción de contaminar

Tabla 3.20 Acción del entrevistado

	X_i	%
No	3	3.45
Si	97	96.55
	100	

3.3.1.17 En caso de que exista algún transporte recreativo en el ES, ¿usted iría?

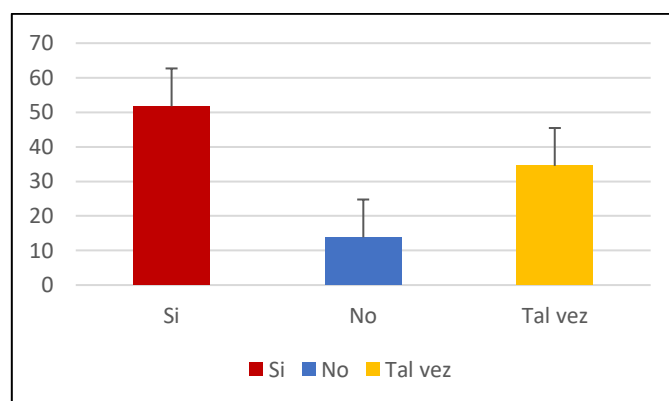


Figura 3.33 Criterio sobre la existencia de transporte recreativo

Tabla 3.21 Uso de transporte recreativo en el ES

	X_i	%
Tal vez	34	34.48
Si	52	51.72
No	14	13.79
	100	

3.3.1.18 ¿Ve viable el uso del ES para el turismo?

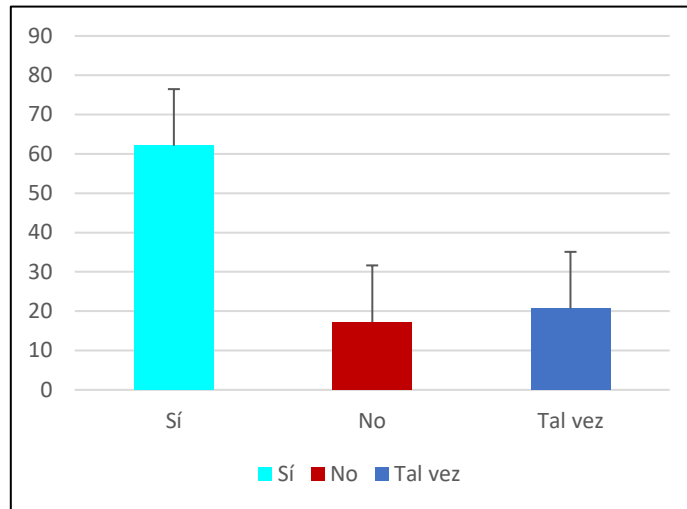


Figura 3.34 Turismo en el ES

Tabla 3.22 Uso del ES para turismo

	X_i	%
Tal vez	21	20.69
Si	62	62.07
No	17	17.24
	100	

3.3.1.19 ¿Cuánto tiempo usted se encuentra cerca del ES?

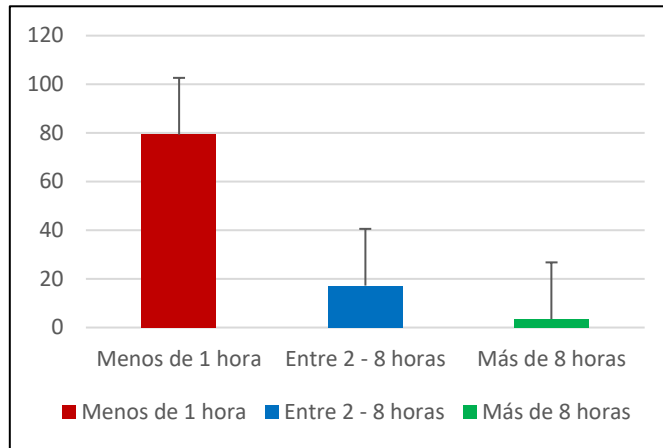


Figura 3.35 Rango de tiempo cerca del ES

Tabla 3.23 Jornadas cerca del ES

	X_i	%
Menos de 1 hora	79	79.31
Entre 2 - 8 horas	17	17.24
Más de 8 horas	3	3.45
	100	

3.3.1.20 ¿En los momentos en que se encuentra cerca del ES, comienza a sentir molestias a su salud?

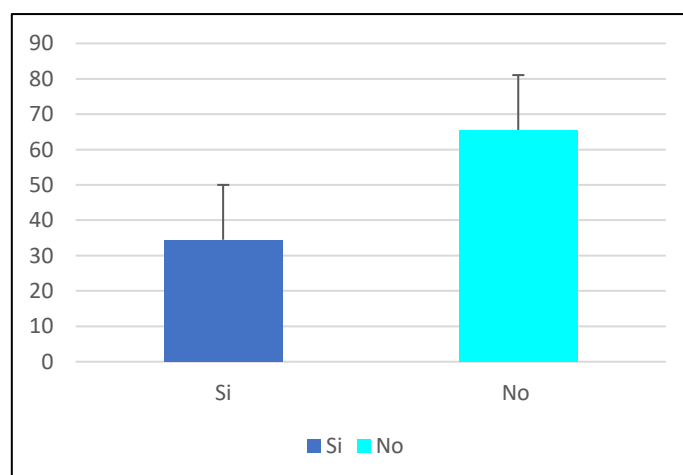


Figura 3.36 Molestias de salud

Tabla 3.24 Problemas de salud

	X_i	%
Si	34	34.48
No	66	65.52
	100	

3.3.1.21 *¿Utiliza algún medicamento para aliviar las molestias?*

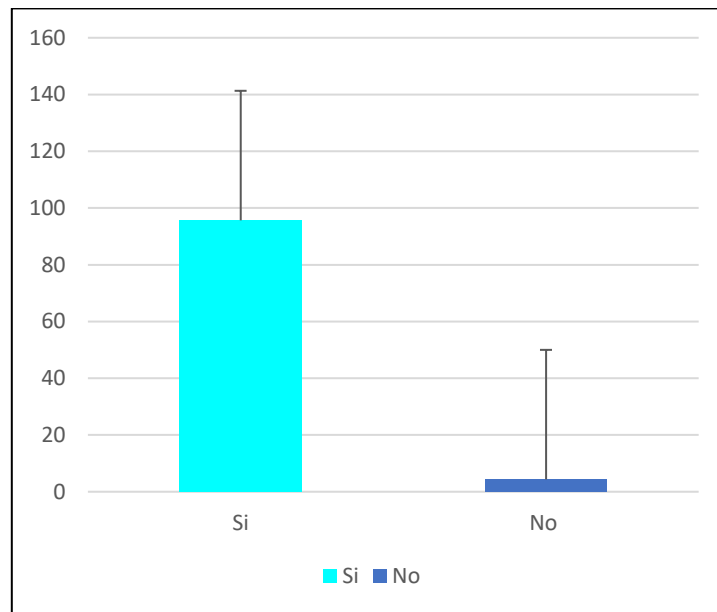


Figura 3.37 Medicamentos para aliviar molestias

Tabla 3.25 Utilización de medicamentos

	X_i	%
Si	96	95.65
No	4	4.35
	100	

3.3.1.22 ¿Cuál es la frecuencia con la que toma medicamentos para aliviar el malestar?

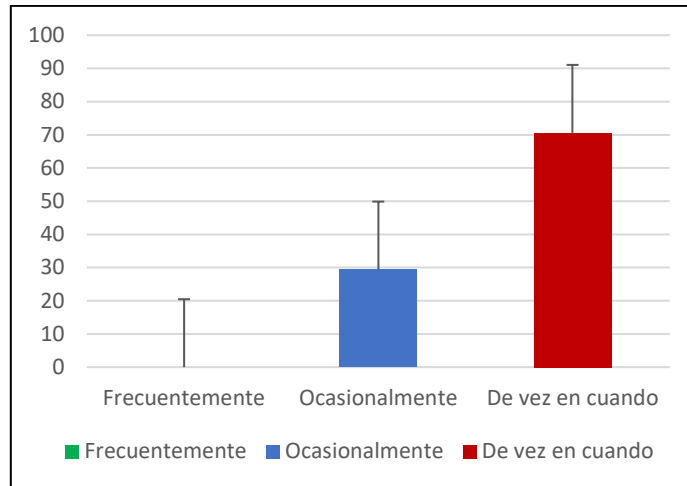


Figura 3.38 Ingesta de medicamentos

Tabla 3.26 Frecuencia de la ingestión de medicamentos

	X_i	%
Frecuentemente	0	0.00
Ocasionalmente	29	29.41
De vez en cuando	71	70.59
	100	

3.3.2 Análisis según los resultados estadísticos

Para adquirir los resultados de socialización, se realizó un acercamiento, mediante encuesta de formulario en Google Forms, a una muestra de cien personas con mayor relevancia en los sectores estudiados. La utilización del método mencionado es comprobado y válido, en donde se puede mostrar resultados certeros y con grado de confianza aceptable (Ormaza-González, Castro-Rodas, & Statham, 2021).

La encuesta realizada fue focalizada a mayores de 18 años, por lo que se obtuvo un 42% de personas entre 18 a 25 años, siendo en su mayoría estudiantes de la Estatal, o habitantes de la zona de Puerto Azul. Por otro lado, en el rango de 25 – 40 años, se obtuvo un 48 %, lo cuales fueron personas que habitaban, laboraban o solían pasar continuamente en los sectores de Miraflores, Puerto Hondo, Puerto Azul.

Mediante la encuesta se les comentó sobre lo significativo que es el ES, y ellos nos mencionaron cuán importante era el cuerpo de agua para ellos, por lo que un 45%

mencionó que era importante, mientras que un 45% les era regular, y por último un 10% mencionó que era poco importante para ellos.

En la figura 3.19 se muestran los resultados que obtuvimos sobre el conocimiento de las de las condiciones del ES, según la consideración de los encuestados, lo cual un 69% de cien personas indicaron que bajo su perspectiva el ES se encuentra muy sucio, mientras que 31% mencionaron que solo se encuentra un poco sucio, esto es debido a los sectores que más transitan, ya que dependiendo del sitio se puede presenciar más cantidad de contaminación.

A la población se les preguntó si hacían uso del ES, tanto como actividades deportivas, pesca, paseo, entre otros; donde se obtuvo que un 17% no realizan actividades de ninguna índole, mientras que un 83% realiza actividades de alguna manera. En la figura 3.20, se puede observar las actividades que realizan, donde el transitar por los sectores del ES como el Malecón del Salado, lo realiza un 33%, además de que un 33% hace uso para actividades deportivas, tales como navegar; por otro lado, 17% lo utiliza como medio de transporte, lo cual notamos que el cuerpo de agua sigue siendo esencial para actividades, a pesar de la contaminación que este posee. Es más, la población tiene conocimiento de la contaminación que el ES posee, ya que en una escala de 1 a 5, siendo 1 el mínimo grado de contaminación, la población encuestada contestó que el ES se encuentra de 3 a 5, donde el 62% indicó que el grado de contaminación es máximo, y a su vez, que la contaminación proviene, según su criterio, de la basura, aguas residuales, derrame de combustibles e industrias.

Por consiguiente, se les encuestó si han presenciado cambios en los últimos 15 años, por lo que es su mayoría, con 76%, indicó que si, por lo que en la figura 3.23, se muestra que, en tanto para olor, color y presencia de basura, predomina con un 62%,62% y 69%, respectivamente, que los factores mencionados han cambiado mucho y de manera negativa, por lo que podemos presenciar que con el pasar de los años no hay sostenibilidad ni cuidados en el cuerpo de agua. Puesto que, incluso un 48% y 28% (Figura 3.25), han presenciado o creído presenciar descargas de aguas lluvias o residuales, que no solo genera un impacto negativo al cuerpo de agua, sino que también

es algo ilegal, según TULSMA, ya que previo a las descargas se amerita un tratamiento. Es por esto, que un 52% menciona que en la actualidad no es un lugar atractivo para el turismo (Figura 3.26), siendo esta una pérdida económica para la ciudad de Guayaquil, ya que las condiciones no permiten explotar el recurso.

Por otro lado, a los encuestados se les habló sobre los lugares de comida cercanos al ES, y lo que supieron contestar es que un 41% menciona que no habría problema en la ubicación mencionada para lugares de comida, sin embargo, un 59% indica que no es factible ubicar restaurantes o lugares de comida en zonas cercanas al cuerpo, lo cual se deja al criterio y comodidad de las personas. A pesar de lo antes mencionado, indican que los alimentos que brindan los lugares de comida pueden llegar a contaminar el agua del ES, no obstante, el 24% menciona que no o que no tiene importancia, dejando una preocupación inevitable, ya que la contaminación proviene de algunos factores (Acuña, y otros, 2018).

Dialogando con la población enfocada, se les mencionó sobre la disminución de la fauna, y se les preguntó si esto se debía a la contaminación que presenta el ES, lo cual en su totalidad afirmaron que esa es la razón, y que además los organismos más afectados por esta problemática son los organismos acuáticos, terrestres y aéreos.

Luego, para tener en constancia el conocimiento que tienen los encuestados sobre los organismos que más afectación tienen en el ES, el 48% indicó que solo los acuáticos se ven afectados, mientras que el 52% menciona que los organismos tanto aéreos, terrestres y acuáticos se ven afectados por la gran contaminación que presentan los sectores de estudio. La mayoría de encuestados no tienen conocimiento o han escuchado acerca de campañas sobre la remediación del ES, denotando con un 76% de desconocimiento, siendo en su mayoría personas que habitan en los alrededores de las áreas más afectadas, en comparación al 24% que correspondía a estudiantes de la Universidad Estatal, mencionando que han formado parte de proyectos ambientales en su zona estudiantil. En su mayoría, los habitantes evitan no contaminar el ES, sin embargo, el 3% de los encuestados por falta de interés, han hecho caso omiso, reconociendo que en ocasiones han echado basura.

Se les encuestó acerca de si optasen usar un transporte que circule por el ES el 56% confirma que sí harían uso del tipo de transporte que se implemente, 34% respondieron que tal vez lo usarían, teniendo como comentario más común entre todos que primero deberían evaluarse las condiciones que existen en el estero, y el 14% indicó que no harían uso del transporte al ser más contaminación y además no podría ocurrir en la actualidad por motivos de que no se ha recuperado para nada el estero. Así mismo, los encuestados afirmaron que el uso del ES sea viable para el turismo teniendo un 62% de aceptación, un 17% mencionó que es mejor mantener la preservación del ecosistema y mejorarlo y el 21% estaba en dudas de ver si se puede o no hacer uso de sus espacios para actividades turísticas. Se consideró preguntar sobre las actividades en el ES que serían beneficiosas para aumentar la economía de la ciudad, donde la mayoría indicó que primero es preferible que se mantenga limpio por un buen tiempo para luego tener en mente alguna actividad a realizar, otros mencionaban el realizar actividades acuáticas como el kayak, navegación y juegos acuáticos para los niños; por último, mencionaron que bares o comedores turísticos también serían una opción cuando se encuentre limpio. En el ámbito de salud se conoció las jornadas en las que los encuestados pasaban cerca del ES, siendo en su mayoría que pasaban menos de una hora por los sectores, otros tenían en consideración sus jornadas de trabajo, donde permanecían hasta ocho horas como máximo y quienes respondieron que pasaban más de ocho horas era personal que trabajaba en guardianía en los sectores; el 96% de los encuestados no han presentado problemas de salud, mientras que el 4% menciona que sí, presentando entre los principales síntomas las náuseas, mareo, dolores de cabeza y otros congestión, además de no tomar medicamento alguno para aquellos síntomas y sin atribuirlos en su totalidad al ES, indicando que además no consumen medicamento alguno para los malestares a más de un paracetamol y lo hace de vez en cuando para calmar sus síntomas.

3.4 Costo y presupuesto del proyecto

El presente proyecto tiene una evaluación económica descrita en la Tabla 3.27, donde se muestra el equipo implementado, las horas de trabajo del ingeniero, el valor que presenta el realizar los análisis, donde se menciona el costo de los reactivos y demás material requerido, entre otros gastos que se presenta para la realización del proyecto.

Tabla 3.27 Descripción de costos del proyecto

Mano de obra calificado	
Oceanógrafo	\$ 6300
Oceanógrafo Jr.	\$ 3000
Laboratorio	
Asistente de laboratorio	\$ 1000
Alquiler/Implementos	\$ 70
Equipos	
Multiparámetros	\$ 200
Refractómetro	\$ 25
Reactivos	\$ 400
Entrega de producto	
Informe/Divulgación	\$ 70
Gastos	
Viáticos	\$ 280
Total	\$ 11345

Se describe el tiempo empleado para el proyecto con las actividades y las herramientas utilizadas para realizar análisis en cuatro estaciones, con una duración de 90 días a jornada completa, incluyendo los viáticos y transporte que se utilizarán.

Tabla 3.28 Descripción de los encargados, laboratorio y equipos de medición

Honorarios/mes	
Oceanógrafo	\$ 2100
Oceanógrafo Jr.	\$ 1000
Laboratorio/trabajo	
Asistente de laboratorio	\$ 1000
Implementos de laboratorio/uso	\$ 70
Equipos medición/cada 2 días	
Multiparámetros	\$ 50
Refractómetro	\$ 25
Total	\$ 3345

La tabla 3.28 detalla el costo considerado para los honorarios (Oceanógrafos, asistente de laboratorio con los beneficios de la ley), los implementos de laboratorio incluido el préstamo del lugar, además del préstamo de equipos para la ejecución de la toma de muestras.

Tabla 3.29 Descripción de las actividades del proyecto

Tiempo por actividad	
Recopilación de datos y estudios de las zonas de interés	15 días
Adquisición de recursos (equipos, reactivos)	30 días
Toma de muestras en las estaciones	4 días/jornadas
Análisis de muestra con reactivos	2 días/jornada
Elaboración de informe	30 días
Entrega de producto final	1 día
Días totales	82 días

En la tabla 3.29 se describe el tiempo empleado para cada actividad, desde la recopilación de datos, adquisición de equipos, muestras, análisis y entrega de producto, dando un total de 82 días, dejando como especificado que el proyecto se entregará en máximo 90 días con todo lo requerido por el cliente y los cambios que puedan existir.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el ES se presencia variación de OD respecto a la temperatura, en mareas diurnas, cumpliendo la tendencia que a mayor temperatura menor presencia de OD, o viceversa, ocasionando anoxia.
- En las estaciones 1 y 2, existe mayor presencia de sólidos disueltos, causando dispersión de la luz solar, evitando la posibilidad de la actividad fotosintética, disminuyendo la concentración de oxígeno; constatando que ambas estaciones existen niveles de anoxia.
- La presencia de salinidad en las estaciones 1, 2 y 3, es baja, esto se debe a las descargas directas que presencia, ya que generan una dilución y cambio en las condiciones del cuerpo de agua. Sin embargo, en la estación 4 los niveles de salinidad tienen valores más altos, por motivo de que es un sector cerrado con poca profundidad, y, además, se presencia actividad humana directa, debido al balneario, camaroneras e industrias, siendo una estoa, es decir sin posibilidad de flujo y reflujo.
- Los niveles excesivos de nitrógeno, tales como nitrito, nitrato y amonio, generan un impacto importante, por motivo de la fertilización, ocasionando la eutrofización, es decir proporcionando más nutrientes, los cuales sirven como alimento para el plancton y algas, provocando sobreproducción que conlleva a la disminución de OD (Yáñez, 2017). Por otro lado, el nivel de fosfato es excesivo, sobrepasando los niveles de nitrato, por lo que ocasiona un desequilibrio de los nutrientes para ser utilizados por fitoplancton, además, las altas concentraciones tienen como consecuencia eutrofización incipiente.
- Los nutrientes dominantes son amonio y fosfato, debido a la existencia de descargas residuales doméstico teniendo un alto contenido de detergente, y las descargas directas de material tóxico por parte de las industrias.
- La información obtenida mediante la socialización por encuestas directas determinó que la sociedad no posee tanta información acerca de las

razones por las cuales el cuerpo de agua presenta un grado de contaminación alto, sin embargo, tienen conocimiento que dicho problema ha generado la falta de utilización para actividades recreativas y económicas, recordando que generaciones pasadas tuvieron dicha oportunidad, en otras palabras, no ha existido sostenibilidad.

- La población enfocada indicaba directamente que no tiene intenciones de hacer uso del ES, hasta que no haya saneamiento y su debido control, además de estar dispuestos a ser parte positiva del cuidado del cuerpo de agua. Por otro lado, se mencionó que al momento que el ES se encuentre estable, utilizar sus áreas con fines de actividades económicas, turísticas y recreativas, evitando efecto negativo al cuerpo de agua.

Recomendaciones

- Realizar evaluaciones periódicas del ES, con el fin de conocer en su totalidad la dinámica que presenta el cuerpo de agua, en algunas estaciones, sobretodo en sitios no explorados.
- Hacer uso de equipo avanzado y correctamente calibrado para evitar inconvenientes al momento de tomar muestras y datos in situ, en especial parámetros físicos.
- Para futuros estudios, es esencial realizar monitoreo en jornadas completas, para conocer con exactitud la dinámica en mareas diurnas, en diferentes estaciones del año tanto para cuadratura y sicigia.
- Para proyectos de remediación del cuerpo de agua, es relevante realizar estudios no solo químicos y físicos, sino también microbiológicos y sedimentarios, para adquirir un amplio conocimiento de lo que ocurre en el cuerpo de agua, antes y después de la implementación de la remediación.
- Generar una base de datos por año, con todos los estudios realizados con el fin de observar claramente los cambios que el cuerpo de agua

ha tenido, generando datos históricos y ver las tendencias que se presentan para focalizar la atención, según el proyecto requerido.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Merino, A., Garrido-Pérez, C., Nebot-Sanz, E., & Sales-Márquez, D. (2005). Fenómenos de dilución y autodepuración de un vertido de aguas residuales urbanas en un ecosistema litoral: el caso del estuario del río Iro (suroeste de España). *Ciencias Marina*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/480/48003109.pdf>
- Acuña, B., Cárdenas, J., Rivas, S., Sarmiento, J., & Izquierdo, B. (2018). *Analysis of pollution of Estero Salado in the bridge of Las Monjas*. Guayaquil: Espol.
- Acuña, B., Díaz, N., Mirabá, K., Muñoz, J., Rivas, S., & Sarmiento, J. (2018). *Animal Fat and Vegetable oils pollution in the Estero Salado*. Guayaquil: Espol.
- Acurio, S., & Arciniegas, K. (2015). *Evaluación de la remoción de nitritos y nitratos en muestras de agua del río San Pedro Cantón Rumiñahui por microalgas clorofitas*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Agencia de Noticias Públicas del Ecuador. (20 de Noviembre de 2014). Naciones Unidas reconoce a Ecuador como modelo para eliminar la pobreza y desigualdad. *Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica*.
- Alcívar-Gonzalez, J. L. (2016). *Calidad Físico - Química del área de cuarentena del Estero Salado en el 2016*. Guayaquil: Univesidad de Guayaquil.
- Álvarez, J., Campos, D., Intriago, A., León, J., Murillo, M., & Portilla, A. (2019). *Study of the water quality in the "Estero Salado of Guayaquil, in Puente 5 de Junio" station*. Guayaquil: ESPOL.
- Alvear, G. (2014). *Variación espacial e intermareal de aceites y grasas en el Estero Salado en Guayaquil, Ecuador*. Samborondón: Universidad de Especialidades Espiritu Santo.
- Ayarza, W., Coello, S., Chalén, N., Garcés, P., Ormaza-González, F., Franco-Pesantez, F., . . . García, L. (1993). *Estudios Geobioquímicos de la sección urbana del Estero Salado. Ecuador*. Guayaquil: Revista de Ciencias del Mar y Limnología.
- Baños, A. (24 de Diciembre de 2018). *Higiene Ambiental*. Obtenido de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable>
- California Enviromental Protection Agency. (12 de Septiembre de 2010). *Folleto Informativo, Conductividad Eléctrica / Salinidad*. Foletto Informativo 3.1.3.0. Obtenido de www.waterboards.ca.gov

- California Environmental Protection Agency. (2010). *Folleto Informativo, Oxígeno Disuelto (OD)*. Folleto Informativo 3.1.1.0. Obtenido de https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf
- Camargo, J., & Alonso, A. (2007). *Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático*. Alicante.
- Camp, J., Romero, J., Pérez, M., Vidal, M., Delgado, M., & Martínez, A. (1991). Production-Consumption budget in an estuarine bay: How anoxia is prevented in a forced system. *Oecologia aquatica*, 10, 145-152.
- CARDNO. (Abril de 2016). Calidad Ambiental . ARCADOR S.A. Obtenido de https://www.arcacontal.com/media/197120/capitulo_6-_plan_de_manejo_ambiental.pdf
- Chapa-Balcorta, C. (20 de Mayo de 2014). Eutrofización; Abundancia que mata. ¿Cómo ves?, págs. 22-25.
- Cheme, A. (2020). *Evaluación de la calidad del agua del Estero Salado zona "Puente Gómez Rendón" en Guayaquil durante los años 2017 y 2020*. Guayaquil.
- Cheme, A. (2020). *Repositorio UG*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50940/1/BCIEQ-T-0549%20Cheme%20Valencia%20Alexandra%20Elizabeth.pdf>
- Cifuentes, J. L., Torres, M. d., & Frías, M. (1997). *EL OCÉANO Y SUS RECURSOS XI. Acuicultura*. México: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2020). *United Nations Climate Change*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/topics/mitigation/the-big-picture/introduccion-a-la-mitigacion#:~:text=Los%20esfuerzos%20para%20reducir%20las,para%20mitigar%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico>
- Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP). (2010). Plan de manejo ambiental. En *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) para la Construcción y Operación de la Subestación El Inga 500/230/138 kV*. (pág. 211). Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda. Obtenido de

https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/EIA/cap10_se_el_inga.pdf

- De Jesús, J., Bingham, C., Canter, L., Partidário, M., Cashmore, M., Croal, P., . . . Keshkamat, S. (2013). La Mitigación en la Evaluación de Impacto. *International Association for Impact Assesment*. Obtenido de https://www.iaia.org/pdf/Fastips_6%20Mitigation_sp.pdf
- De la Lanza-Espino, G., & Hernández-Pulido, S. (2019). Variación de la calidad del agua de La Ciénega de Tláhuac, México. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/104/10459650003/10459650003.pdf>
- Delgado-Menoscal, S. (2019). *EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PANTANOS SECOS ARTIFICIALES DE PUERTO AZUL*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Diario El Telégrafo*. (27 de 08 de 2012). Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/columnistas/1/la-contaminacion-del-agua-del-estero-al-oceano>
- Drouet, D., & Lovato, A. (2015). *“Distribución y Abundancia de Macrobentos en la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado del Golfo de Guayaquil para la estación seca del año 2014*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).
- Drouet, D., & Lovato, A. (2015). *Distribución y Abundancia de Macrobentos en la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado del Golfo de Guayaquil para la estación seca del año 2014*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Erazo, A. (2013). *Estadística básica*. Guayaquil: UESDG.
- García, F., & León, R. (2017). *DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN POR COLIFORMES FECALES EN EL ESTERO SALADO DE GUAYAQUIL ENTRE EL TRAMO DEL PUENTE 5 DE JUNIO Y PUENTE EL VELERO CON UNA LONGITUD DE 400 m X 98 m*. Guayaquil: Universidad Guayaquil.
- Goyenola, G. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras – Alcalinidad. Determinación de la Alcalinidad Total*. RED MAPSA. Versión 1.0.
- Hach Company. (2000). *Manual de Análisis de Agua*. Loveland, Colorado.

- Hach Company. (s.f.). *HACH Be Right*. Obtenido de <https://es.hach.com/material-de-vidrio-y-de-plastico/botellas/family?productCategoryId=25116633756>
- Instituto Nacional de Pesca. (1993). Estudios Geobioquímicos de la sección urbana del Estero Salado, Ecuador. *Revista Científica Marina*.
- MAATE. (s.f.). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/descontaminacion-del-estero-salado-avanza-en-diferentes-frentes-de-intervencion/>
- Mariscal-Santi, W., Garcia-Larreta, F., Mariscal-Garcia, R., Paredes-Jara, C., Ponce, H., Montiel-Rivera, T., & De La Torre-Quiñonez, E. (2017). *Evaluación de la contaminación físico-química de las aguas del estero salado, sector norte de la ciudad de Guayaquil-Ecuador-2017*. Guayaquil: Polo del Conocimiento. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335668503_Presencia_de_Microorganismos_patogenos_en_las_aguas_del_Estero_Salado_ano_2013
- Mateus, M., Baretta, J., & Neves, R. (2008). BASIC CONCEPTS OF ESTUARINE ECOLOGY. *PERSPECTIVES ON INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT IN SOUTH AMERICA*. Obtenido de Basic Concepts of Estuarine Ecology: https://www.researchgate.net/publication/269103751_Basic_concepts_of_estuarine_ecology
- Mejía, T., Pizarro, E., Ramírez, D., Tubay, E., & Vera, R. (2018). *Estudio de la calidad de agua en el Estero Salado de Guayaquil sector Urdesa-Kennedy*. Guayaquil.
- Menoscal, S. (2019). *Evaluación de la operación de la planta de tratamientos de aguas servidas pantanos secos artificiales de Puerto Azul*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2010). *Generación y restauración de áreas verdes para la ciudad de Guayaquil "Guayaquil Ecológico"*. Guayaquil.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2018). *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE (TULSMA)*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020). Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas->

superficiales/Categorias_y_tipos_de_masas_de_agua.aspx#:~:text=Aguas%20%C3%B3ticas%20o%20corrientes%3A%20masas,%2C%20charcas%2C%20hu
medales%20y%20pantanos.

- Miño, M. F., & Bermeo, C. A. (2020). EVALUACIÓN TURÍSTICA DEL RECINTO DE PUERTO HONDO, ECUADOR. *Mikarimin*, 147-156.
- Monserate, B., & Medina, J. (2011). *Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de Dos Sectores del Estero Salado con Diferente Desarrollo Urbano*. Guayaquil: ESPOL.
- Monserate, B., & Medina, J. (2011). *Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de Dos Sectores del Estero Salado con Diferente Desarrollo Urbano*. Guayaquil.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: LC/G.2681-P/Rev.3.
- Naranjo, A. (2015). *ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR EL CENTRO RECREATIVO Y BALNEARIO, PUERTO HONDO DE GUAYAQUIL*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (26 de Febrero de 2021). *National Ocean Service*. Obtenido de <https://oceanservice.noaa.gov/facts/estuary.html>
- Olsen, S., Padma, T., & Richter, B. (2008). La importancia de los estuarios. *Guía para el manejo del flujo de agua dulce a los estuarios*. Obtenido de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADI095.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (2021). *La ONU y el Estado de Derecho*. Obtenido de <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>
- Ormaza-González, F. I., Caiza-Quinga, R., Cárdenas-Condoy, J., Intriago-Basurto, A., Piguave-Tarira, E. J., Ocaña – Balcázar, K. D., . . . Statham, P. J. (2022). *Sampling bottles for shallow estuarine waters, constructed using inexpensive recyclable materials*. Guayaquil: ResearchGate.
- Ormaza-González, F., & Villalba-Flor, P. (1994). *The measurement of nitrite, nitrate and phosphate with test kits and standar procedures: A comparison*. Guayaquil.

- Ormaza-González, F., Castro, R., Maridueña-Bravo, A., & Dayana, B.-C. (2021). *Review and update of Hg, Cd, and Pb in sediments and water of the inner estuary Estero Salado, Gulf of Guayaquil-Ecuador*. United Kingdom: EMECS 13.
- Ormaza-González, F., Castro-Rodas, D., & Statham, P. (2021). *COVID-19 Impacts on Beaches and Coastal Water Pollution at Selected Sites in Ecuador, and Management Proposals Post-pandemis*. Guayaquil: Front. Mar. Sci. 8:669374.
- Pino, S. L., Sisalema, L. A., & Barros, D. V. (2020). The costs of health and water quality in the Estero Salado of the city of Guayaquil. *Resvista Espacios*, 154 - 165.
- Rada, F. (1986). *Morfología y Sedimentación del Sistema Estuarino Estero Salado - Río Guayas*. Guayaquil: Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador.
- Rodríguez, R. (2001). *Metales pesados y componentes mayoritarios en aguas*. Cataluña.
- Sarmiento, I. L. (2019). *El nuevo código orgánico del ambiente*. Guayaquil: Líderes.
- Solidaridad, D. G. (2017). *Generalitat Valenciana*. Obtenido de <https://cooperaciovalenciana.gva.es/documents/164015995/164468323/Gu%C3%ADa+para+la+elaboraci%C3%B3n+de+los+estudios+de+L%C3%ADnea+de+Base+de+proyectos+subvencionados+por+la+Generalitat+2017/df11e7bb-049c-487f-8b09-57094c7bbf8b#:~:text=La%20L%C3%ADnea%20>
- Suárez, R., & Rivera, F. (2015). *Evaluación de la calidad del agua del estero Cobina, sector la Playita del Guasmo ubicada en la Cooperativa San Felipe de la ciudad de Guayaquil febrero abril 2015*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad Ciencias Químicas.
- TP. (s.f.). *Laboratorio Químico*. Obtenido de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/refractometro.html>
- United States Environmental Protection Agency. (2015). *Preventing Eutrophication: Scientific Support for Dual Nutrient Criteria*. Office of Water.
- Universidad Computense Madrid. (14 de Febrero de 2015). Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-turbidez%20f.pdf>
- Valencia, M. (2001). Contaminantes del Estero Salado. *Técnico, Guayaquil-Ecuador*.
- Yáñez, S. (2017). *EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA MEDIANTE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS EN LAS DESEMBOCADURAS DE LOS*

PRINCIPALES AFLUENTES Y EFLUENTE DEL LAGO SAN PABLO, PROVINCIA DE IMBABURA (AÑO 2017). Quito: Universidad Central del Ecuador.

APÉNDICES

APÉNDICE A: OBSERVACIONES DE CAMPO



Figura A-1 Bajamar 15:00, Estación 1



Figura A-2 Bajamar 16:10, Estación 2



Figura A-3 Pleamar 10:00, Estación 3



Figura A-4 Marea diurna 15:00, Estación 4



**Figura A-5 Descarga Malecón Salado,
Estación 1**



Figura A-6 Descarga en la Estación 1

APÉNDICE B: TRABAJO DE CAMPO



Figura B-1 Toma de muestras, Estación 1



Figura B-2 Toma de muestras, Estación 2



Figura B-3 Toma de muestras, Estación 4



Figura B-4 Colocación de reactivos, E. Pizarro



Figura B-5 Lectura en espectrofotómetro, E. Pizarro



Figura B-6 Colocación de reactivos, J. Sarmiento



Figura B-7 Lectura en espectrofotómetro, J. Sarmiento



Figura B-8 Acercamiento con la sociedad, J. Sarmiento



Figura B-9 Acercamiento con la sociedad, E. Pizarro

APÉNDICE C: RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD

Tabla C-1 Resultados de nutrientes, Estación 1

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM		Nitrato (NO_3^-) - μM		Fosfato (PO_4^{3-}) - μM		Amonio (NH_3) - μM	
	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma
9:00	3.71	2.93	100.00	85.71	25.16	22.26	57.14	62.14
11:00	3.36	2.64	71.43	92.86	24.52	24.52	56.43	57.86
13:00	2.07	1.93	128.57	100.00	19.03	30.00	56.43	62.14
15:00	2.86	4.00	100.00	121.43	41.29	19.03	58.57	54.14
17:00	1.43	2.14	-7.14	7.14	41.29	20.97	78.57	65.71

Tabla C-2 Media de los nutrientes químicos, Estación 1

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM	Nitrato (NO_3^-) - μM	Fosfato (PO_4^{3-}) - μM	Amonio (NH_3) - μM
9:00	3.27	92.31	23.62	59.54
11:00	2.96	80.75	24.52	57.14
13:00	2.00	112.50	23.29	59.15
15:00	3.34	109.68	26.05	56.27
17:00	1.71	7.14	27.81	71.57

Tabla C-3 Resultados de nutrientes, Estación 2

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM		Nitrato (NO_3^-) - μM		Fosfato (PO_4^{3-}) - μM		Amonio (NH_3) - μM	
	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma
7:00	0.57	0.79	85.71	85.71	37.74	66.45	> 250.00 μM	
9:00	2.57	0.86	107.14	100.00	27.74	46.77		
11:00	0.57	0.57	50.00	142.86	39.68	66.77		
13:00	1.07	1.00	7.14	7.14	50.00	51.29		
15:00	1.29	1.36	50.00	50.00	68.71	76.13		
17:00	0.71	0.71	42.86	42.86	85.48	91.61		

Tabla C-4 Media de los nutrientes químicos, Estación 2

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM	Nitrato (NO_3^-) - μM	Fosfato (PO_4^{3-}) - μM	Amonio (NH_3) - μM
7:00	0.66	85.71	48.14	> 250.00 μM
9:00	1.29	103.45	34.82	
11:00	0.57	74.07	49.78	
13:00	1.03	7.14	50.64	
15:00	1.32	50.00	72.23	
17:00	0.71	42.86	88.44	

Tabla C-5 Resultados de nutrientes, Estación 3

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM		Nitrato (NO_3^-) - μM		Fosfato (PO_4^{3-}) - μM		Amonio (NH_3) - μM	
	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma
10:00	2.79	2.43	157.14	100.00	29.36	42.58	8.57	5.00

Tabla C-6 Media de los nutrientes químicos, Estación 3

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM	Nitrato (NO_3^-) - μM	Fosfato (PO_4^{3-}) - μM	Amonio (NH_3) - μM
10:00	2.60	122.22	34.76	6.32

Tabla C-7 Resultados de nutrientes, Estación 4

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM		Nitrato (NO_3^-) - μM		Fosfato (PO_4^{3-}) - μM		Amonio (NH_3) - μM	
	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma	1° Toma	2° Toma
9:00	2.14	1.57	85.71	100.00	30.65	41.29	22.86	0.71
11:00	1.93	2.57	85.71	100.00	18.71	17.10	13.57	10.00
13:00	1.29	1.36	28.57	64.29	29.68	30.32	20.00	15.00
15:00	1.79	1.64	121.43	71.43	21.29	20.97	22.86	22.86

Tabla C-8 Media de los nutrientes químicos, Estación 4

Hora	Nitrito (NO_2^-) - μM	Nitrato (NO_3^-) - μM	Fosfato (PO_4^{3-}) - μM	Amonio (NH_3) - μM
9:00	1.81	92.31	35.18	1.38
11:00	2.20	92.31	17.87	11.51
13:00	1.32	39.56	30.00	17.14
15:00	1.71	89.95	21.13	22.86

APÉNDICE D: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla D-1 Primer trimestre de actividades

Actividades	Trabajo operativo en semanas										
	Abril			Mayo				Junio			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Primera Etapa: Planificación con respecto a la identificación de la necesidad											
Reunión para identificación de la necesidad real y determinación inicial de parámetros entre los estudiantes encargados (Eduardo Pizarro – Johara Sarmiento).											
Exponer la idea ante un docente de la facultad FIMCM para su retroalimentación, y a su vez la obtención del tutor.											
Reunión con la Junta Cívica de Guayaquil para exponer la idea y poder trabajar en conjunto											
Reunión con el equipo de la Junta Cívica de Guayaquil y la Universidad de Guayaquil con el objetivo de planificar y dar conocer el proyecto que la JCG tiene en mente, el cual los estudiantes encargados aportarán.											
Reunión con el tutor académico para la verificación de parámetros y aclaración de la necesidad. Revisión de avances.											
Reunión con los encargados del proyecto del cliente para acuerdos y verificación de estaciones.											
Reunión con cotutor para conversación sobre el producto final tentativo.											
Segunda Etapa: Logística para la toma de muestras											
Reunión junto con los clientes en la Universidad Guayaquil para la determinación del producto											
Realizar de logística para la toma de muestras											
Solicitar el préstamo de equipos											
Adquirir los materiales necesarios para la toma de muestras											

APÉNDICE E: CUESTIONARIO PARA LA SOCIALIZACIÓN

- ¿Cuántos años tiene?
- ¿Cuán importante es el ES para usted?
- ¿Usted conoce cuáles son las condiciones del ES?
- ¿Qué tipo de actividades realiza en el ES?
- Del 1 - 5, ¿Qué tan contaminado se encuentra el ES, según su criterio?
- ¿Ha presenciado cambios en el ES en los últimos 15 años?
- En caso de haber presenciado cambios, ¿Qué cambios ha observado, de manera negativa?
- Desde su punto de vista, ¿De dónde proviene la contaminación del ES?
- ¿Ha presenciado descarga de aguas lluvias o residuales en el ES?
- Antiguamente el ES era considerado un lugar de recreación. En su estado actual, ¿Cree que sigue siendo un lugar atractivo para el turista/población?
- ¿Cree usted que en las zonas cercanas al ES es factible para la ubicación de restaurantes o lugares de comida?
- ¿Cree que los ingredientes de los alimentos que se utilizan en los restaurantes o puestos de comida pueden contaminar el ES?
- ¿Usted piensa que la contaminación del ES afecta a la fauna?
- ¿Cuáles son los organismos que más se ven afectados?
- ¿Conoce usted alguna campaña para la limpieza del ES?
- ¿Usted evita contaminar el ES?
- En caso de que exista algún transporte recreativo en el ES, ¿usted iría?
- ¿Ve viable el uso del ES para el turismo?
- ¿Qué tipo de actividades sería beneficioso en el ES para aumentar la economía de la ciudad?
- ¿Cuánto tiempo usted se encuentra cerca del ES?
- ¿En los momentos en que se encuentra cerca del ES, comienza a sentir molestias a su salud?
- En caso de sentir molestias ¿Qué tipo de molestias comienza a sentir?
- ¿Utiliza algún medicamento para aliviar las molestias?
- ¿Qué tipo de medicamentos suele tomar?

- ¿Cuál es la frecuencia con la que toma medicamentos para aliviar el malestar?

APÉNDICE F: CAPTURAS DE LA INFORMACIÓN ENVIADA Y RESULTADOS PUROS



Figura F-1 Captura de los resultados obtenidos en Google Forms

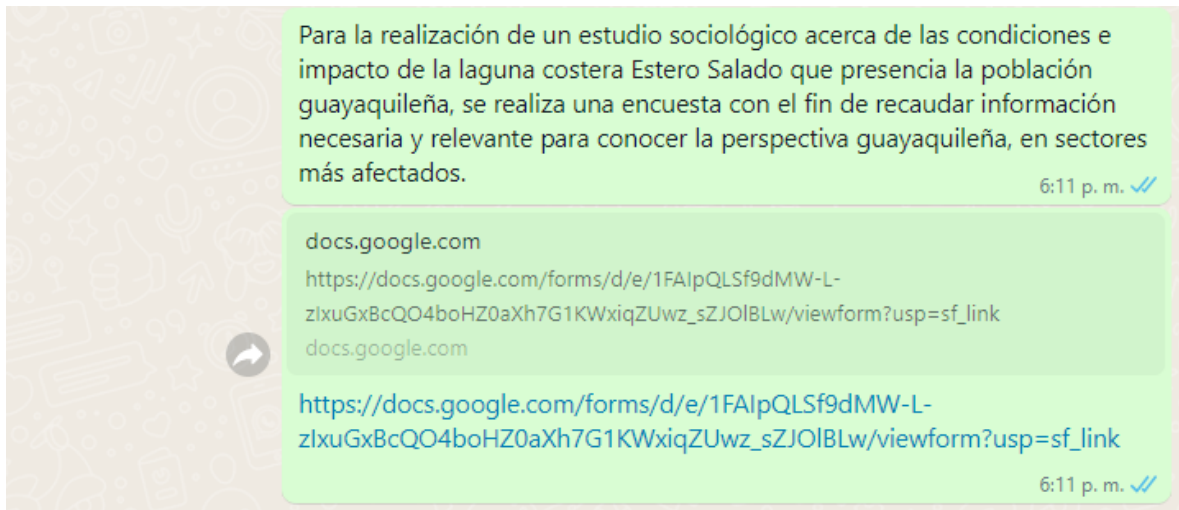


Figura F-2 Captura del mensaje enviado por la aplicación WhatsApp para la obtención de resultados