



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

“EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DE MAR

MEDIANTE EL MÉTODO ICA EN EL ESTERO DE PUNTA

CARNERO, SEPTIEMBRE 2023 – JUNIO 2024”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

DÍAZ GUERRERO MARLON DENNIS

TUTOR:

BLGO. DOUGLAS VERA IZURIETA, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023 - 2024

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DE MAR
MEDIANTE EL MÉTODO ICA EN EL ESTERO DE PUNTA
CARNERO, SEPTIEMBRE 2023 – JUNIO 2024”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

DÍAZ GUERRERO MARLON DENNIS

TUTOR:

BLGO. DOUGLAS VERA IZURIETA, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UPSE

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “**Evaluación de calidad de agua de mar mediante el método ICA en el estero Punta Carnero, septiembre 2023 – junio 2024**”, elaborado por Diaz Guerrero Marlon Dennis, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Bígo. Vera Izurieta Douglas, M.Sc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0989176795

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “**Evaluación de calidad de agua de mar mediante el método ICA en el estero de Punta Carnero, septiembre 2023 – junio 2024**”, elaborado por Díaz Guerrero Marlon Dennis, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Q.F Mery Ramirez Ph. D

DOCENTE DE ÁREA

DEDICATORIA

A Dios, es quien guía nuestros pasos ha no desalentarse y seguir adelante.

A toda mi familia, en especial a mis padres que siempre han estado conmigo apoyando en todo el transcurso de la carrera, esta meta para mis padres.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional.

A mi pareja, pilar fundamental que me ha apoyado en el transcurso de la tesis.

En particular al Blgo. Douglas Vera Izurieta, tutor de tesis porque con sus ideas científicas profesionales orientó nuestro trabajo

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por Marlon Dennis Díaz Guerrero como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular APROBADO el: 17 de julio del 2024



Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc
DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



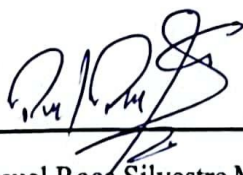
Q.F Mery Ramírez Ph. D
PROFESORA DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Douglas Vera Izurieta, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca Silvestre Mgt.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **MARLON DENNIS DÍAZ GUERRERO** declaro bajo juramento que el contenido, criterio y análisis de resultados en este estudio de investigación con tema: **“Evaluación de calidad de agua de mar mediante el método ICA en el estero de Punta Carnero, septiembre 2023 – junio 2024”**, me concierne exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), determinando por la legislación de propiedad intelectual, sus disposiciones reglamentarias y las normativas intelectuales vigentes.



Marlon Dennis Díaz Guerrero

C.I. 0706071750

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3. JUSTIFICACIÓN	6
4. OBJETIVOS	8
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
5. HIPÓTESIS.....	9
6. MARCO TEÓRICO.....	10
6.1 Calidad de agua.....	10
6.1.2 Índice de calidad de agua.....	10
6.2 Estimación del índice ICA en agua general propuesto por BROWN	11
6.3 Determinación del ICA	13
6.3.1 Estándar Nitrato en agua potable.....	13
6.3.2 pH	14
6.3.3 Fosfatos (PO₄).....	15
6.3.4 Turbidez.....	15
6.3.5 Sólidos disueltos totales	16
6.3.6. Temperatura.....	16

6.3.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno	17
6.3.8 Oxígeno Disuelto	18
6.3.9 Coliformes Fecales	19
6.4 Los indicadores más comunes de bacterias fecales en aguas marinas	20
6.5 Compact Dry CF	20
7. METODOLOGÍA	21
7.1 ÁREA DE ESTUDIO	21
7.2 FASE DE CAMPO	22
7.2.1 Colecta de muestras	22
7.3 FASE DE LABORATORIO	23
7.3.1 Método ICA	24
7.3.2 YSI E500	24
7.3.3 Medición de pH	25
7.3.4 Turbidez	25
7.4 MÉTODOS DE SIEMBRA	25
7.4.1 Técnica de sembrado	26
7.5 ANALISIS ESTADÍSTICO	27
7.5.1 Cálculo del índice de calidad del agua del modelo SET	27
8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
8.1. Determinación del índice ICA por mareas	36

8.2. Determinación del índice ICA por estaciones de muestreo	38
8.2.1 Punto A	38
8.2.2 Punto B	43
8.2.3 Punto C	47
8.2.4 Punto D	52
8.3 Determinación de Coliformes fecales.....	56
9 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
9.1 Discusión.....	62
9.2 Conclusiones	65
9.3 Recomendaciones.....	66
10. BIBLIOGRAFÍA	67
11. ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación del Índice ICA,	12
Tabla 2.Frecuencia de muestreos y nivel de marea.....	23
Tabla 3. Tabla de pesos por cada parámetro ICA-SNF según su importancia.....	29
Tabla 4.Concentraciones de oxígeno disuelto en equilibrio a varias altitudes y temperaturas.....	31
Tabla 5. Índice de calidad de agua presentes en Marea alta.....	37
Tabla 6. Índice de calidad de agua en Marea Baja.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estero de Punta carnero, Salinas- Ecuador	21
Figura 2. Placa compact dry	26
Figura 3. Valoración de la calidad de agua en función al DBO5	30
Figura 4. Valoración de la calidad de agua en función del % de Saturación del OD	31
Figura 5. Valoración de la calidad de agua en función al pH	32
Figura 6. Valoración de la calidad de agua en función de la Variación de la Turbiedad	32
Figura 7. Valoración de la calidad de agua en función de los Fosfatos	33
Figura 8. Valoración de la calidad de agua en función de los Nitratos	33
Figura 9. Valoración de la calidad de agua en función de la variación de la temperatura.....	34
Figura 10. Valoración de la calidad de agua en función de los Coliformes fecales.....	35
Figura 11. Valoración de la calidad de agua en función de los SDT	35
Figura 12. Valores de coliformes totales.....	38
Figura 13. Valores correspondientes a pH	39
Figura 14. Valores DBO5 establecidos para marea alta y marea baja	39
Figura 15. Valores establecidos en la variable de nitratos	40
Figura 16. Valores de fosfatos encontrados en el punto A.....	40
Figura 17. Valores establecidos para el cambio de temperatura durante la época de estudio.	41

Figura 18. Valores de turbidez.....	41
Figura 19. Valores encontrados de solidos totales en el punto A	42
Figura 20. Valores de oxígeno disuelto en el punto A.....	42
Figura 21. Valores Coliformes fecales.....	43
Figura 22ñ Valores establecidos de pH para el punto B	43
Figura 23. Valores DBO5 registrados en el punto B	44
Figura 24. Valores de nitratos encontrados en el punto B	44
Figura 25. Valores de Fosfatos establecidos en el punto B	45
Figura 26. Valores establecidos de temperatura	45
Figura 27. Valores de turbidez encontrados en el punto B	46
Figura 28. Valores de solidos disueltos en el punto B	46
Figura 29. Oxígeno disuelto registrado en el punto B	47
Figura 30. Valores de coliformes totales	47
Figura 31. Valores de pH registrados en el punto C.....	48
Figura 32. Valores de DBO5 establecidos en el punto C.....	48
Figura 33. Valores de nitratos registrados en el punto C.....	49
Figura 34. Valores registrados de fosfatos.....	49
Figura 35. Valores de variación de temperatura registrados en el punto C	50
Figura 36. Turbidez registrada en el punto C.....	50
Figura 37. Valores registrados de Sólidos totales.....	51
Figura 38. Valores de Oxígeno disuelto	51

Figura 39. Valores establecidos de coliformes totales encontrados en el punto D.....	52
Figura 40. Valores de pH establecidos en el punto D	52
Figura 41. Valores DBO5 en el punto D	53
Figura 42. Nitratos registrados en el punto D.....	53
Figura 43. Fosfatos registrados en el punto D	54
Figura 44. Valores de temperatura registrados en el punto D	54
Figura 45. Turbidez registrada en el punto D.....	55
Figura 46. Valores de solidos disueltos registrados en el punto D.....	55
Figura 47. Oxígeno disuelto registrado en el punto D	56
Figura 48. UFC de coliformes encontrados en los diferentes puntos de estudio	58
Figura 49. Nitratos obtenidos por punto de muestreo	58
Figura 50. Fosfatos por punto de muestreo	59
Figura 51. DBO5 por punto de muestreo	60
Figura 52. Valores de oxígeno disuelto por punto.	60
Figura 53. Niveles de temperatura registradas en los 4 puntos	61
Figura 54. Valores de pH registrados por punto	61
Figura 55. Puntos de muestreo establecidos: Punto A (Ubicado en -2.289861, -80.911898 salida y entrada del estero playa Punta Carnero.); Punto B (ubicado en -2.290185, -80.910697 salida hacia el mangle y desembocadura de contaminantes de laboratorios y casas aledañas.); Punto C (Ubicado en -2.289045, -80.910706, en el lugar se encuentra presencia de desechos sólidos debido a que	

pasa cerca piscina de sal de obtención de sal) y punto D (Ubicado en -2.292641, -
80.910610, los contaminantes pasan por lagunas de oxidación.).....71

GLOSARIO

Demanda biológica de Oxígeno: Indica la cantidad de oxígeno disuelto (mg/l) que se requiere durante un tiempo determinado para la degradación biológica de las sustancias orgánicas contenidas en el agua.

Sólidos totales suspendidos: Cantidad de residuos retenidos en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de 0.45 micras y al material particulado suspendido en las corrientes de agua superficial y/o residual.

Coliformes fecales: Tipo de bacteria coliforme llamada *Escherichia coli* (*E. coli*) es una señal de que hay desechos fecales en el agua.

Microbiología: Es una técnica para conocer la calidad del agua determinando cuáles son los microorganismos que hay presentes en la misma

Calidad de agua: Condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

Índice ICA: Evaluando las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de una corriente superficial, situándose en una de las cinco categorías que varían entre muy Mala y Buena.

ABREVIATURA

Subi	Subíndice de parámetros
SST	Sólidos disueltos totales
DBO5	Demanda biológica de oxígeno
pH	Potencial del hidrógeno
W2	Coefficiente de ponderación del parámetro i
mg/l	Miligramo por litro
UFC	Unidades formadoras de colonias

Evaluación de calidad de agua de mar mediante el método ICA en el estero de Punta Carnero, septiembre 2023 – junio 2024

Autor: Marlon Dennis Díaz Guerrero
Tutor: Blgo. Douglas Vera Izurieta, M. Sc.

RESUMEN

El mar es uno de los ecosistemas más transformados y destruidos por las actividades humanas, la falta de programación ambiental, la sobreexplotación de los recursos y el escaso control gubernamental ocasionan la difícil realidad en las que se ve inmersas la mayoría de las playas a nivel nacional. La contaminación de estas aguas al no ser controlada ha acabado con varias especies, hábitats llevando a cabo un aumento en minerales y bacterias desequilibrando el ecosistema. El estudio se centró en el análisis de calidad de agua fue realizado en un laboratorio Especializados de Aguas Residuales ubicado en Guayaquil, donde se evaluó el estero de Punta Carnero mediante el método ICA para conocer y actualizar la data existente según los diferentes aspectos de los cuerpos de agua ubicados en esta zona, siendo imprescindible para alertar si hay altas cantidades de contaminantes. Los resultados evidencian un alto grado de contaminantes en los cuerpos hídricos estudiados, clasificando a estas aguas en estado regular y no aptas para actividades agrícolas y ni de consumo, obteniendo valores de pH entre 8 y 9 considerándose elevado y dañino para la salud, además, se denotó la alta presencia de coliformes fecales. Dentro de los parámetros estudiados en los 4 puntos de estudio, los que obtuvieron niveles más elevados se ubicaron en el punto A con una data en coliformes fecales de $4,45E+02$ UFC/ml en marea baja y en marea alta un $3,29E+03$ UFC/ml, por el método ICA se obtuvo: pH 8.12, DBO 20.5mg/l, NO_2^- 0.8, PO_4^{3-} 3.4mg/l, T 22°C, turbidez 25 FUC, sólidos disueltos 80, oxígeno disuelto 80.

Palabras clave: *Calidad de agua, físico químico, coliformes fecales, método ICA.*

ABSTRACT

The sea is one of the ecosystems most transformed and destroyed by human activities, the lack of environmental programming, the overexploitation of resources and the lack of government control cause the difficult reality in which most of the beaches nationwide are immersed. . Uncontrolled contamination of these waters has wiped out several species and habitats, leading to an increase in minerals and bacteria, unbalancing the ecosystem. The study focused on the analysis of water quality and was carried out in a Specialized Wastewater Laboratory located in Guayaquil, where the Punta Carnero estuary was evaluated using the ICA method to know and update the existing data according to the different aspects of the bodies. of water located in this area, being essential to alert if there are high amounts of contaminants. The results show a high degree of contaminants in the water bodies studied, classifying these waters as being in a regular state and not suitable for agricultural or consumption activities, obtaining pH values between 8 and 9, which are considered high and harmful to health. Furthermore, The high presence of fecal coliforms was noted. Within the parameters studied in the 4 study points, those that obtained the highest levels were located in point A with a fecal coliform data of $4.45E+02$ CFU/ml at low tide and $3.29E$ at high tide. $+0302$ CFU/ml, by the ICA method the following were obtained: pH 8.12, BOD 20.5mg/l, NO_2^- 0.8, PO_3^- 3.4mg/l, T 22°C, turbidity 25 FUC, dissolved solids 80, dissolved oxygen 80 .

Keywords: *Water quality, physical chemistry, fecal coliforms.*

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país con una singular relación con el océano: sus aguas territoriales abarcan un área cinco veces superior a su extensión terrestre. En esa amplísima superficie de cerca de un millón y medio de kilómetros cuadrados (un área más grande que el Perú), existen 24 ecosistemas marinos y costeros de los 27 reconocidos a nivel global. En las aguas del Ecuador, además a mil kilómetros del continente, está uno de los santuarios naturales más importantes del planeta: las islas Galápagos, cuya preservación ha sido fundamental para comprender cómo funciona la vida en nuestro planeta (León, 2021). El incremento del turismo, las actividades pesqueras, y desagüe de laboratorio han hecho que con el pasar de los años, los desperdicios de dichas actividades ayuden al incremento de contaminantes en este medio a través de las corrientes marinas; en su mayoría se ha logrado observar un cambio constante en los hábitats de especies, así como, en la cantidad de organismos varia o es menor a lo que se podía hallar años atrás.

El turismo se ha caracterizado por generar indirectamente impactos negativos, atribuidos, en su mayoría, a los aspectos que se desempeñan en este entorno, como búsqueda de la recreación. En ocasiones las atracciones naturales por sí solas, son insuficientes para satisfacer los requerimientos de los turistas, es por ello, que a ambientes como éstos se le adicionan elementos de apoyo como

infraestructuras deportivas, sanitarias, aeropuertos y alojamientos (Gómez, 2016). Los sitios turísticos con una abundante afluencia de visitantes presentan problemas ambientales asociados al tema de gestión de basuras (recogida, almacenamiento y tratamiento) y depuración de aguas residuales.

La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores fisicoquímicos tales como pH y conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes, a su vez estos contaminantes del agua se pueden dividir en dos grupos: contaminantes disueltos y sólidos suspendidos. Los sólidos suspendidos, como limo, arena y virus, suelen ser responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición (FAQ, 2017).

El impacto en el agua de mar se aborda principalmente por ciencias biológicas marinas de manera directa, siendo el hogar para muchas especies macro y microscópicas sirviendo de lugar al desagüe, desechos líquidos y sólidos. Por lo tanto, se hace necesario el estudio de los cambios que pueda tener la calidad del agua de mar en este sector de Punta Carnero.

La siguiente investigación analiza la calidad de agua y su relación con los principales contaminantes del sector, y ver la influencia de estos en los organismos que puedan estar presentes en la zona. Para ello se realizarán muestreos en diferentes puntos para posteriormente ser analizados los parámetros fisicoquímicos como es el pH, turbidez, salinidad, y temperatura; los minerales como Demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, fosfatos, solidos disueltos, nitrato.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mar es uno de los ecosistemas más transformados y destruidos por las actividades humanas, la falta de programación ambiental, la sobreexplotación de los recursos y el escaso control gubernamental ocasionan la difícil realidad en las que se ve inmersas la mayoría de las playas a nivel nacional. La contaminación de estas aguas al no ser controlada ha acabado con varias especies, hábitats llevando a cabo un aumento en minerales y bacterias desequilibrando el ecosistema. El medio acuático es muy sensible a los contaminantes tanto metálicos como no metálicos, los desechos arrojados al mar pueden llegar a la costa por el oleaje. Además, pueden alterar la temperatura del cuerpo receptor, aumentar la turbidez y los sólidos en suspensión del agua, asfixiando a los organismos que viven en el lecho marino, alterando la biota acuática (como peces), que son la fuente de proteínas en la dieta humana, ingerida por los seres humanos a través del consumo de los productos del mar y en algunos lugares, afectar la fuente del recurso económico familiar. (Monsalve, 2018).

Si las condiciones no mejoran, pronto el auge y crecimiento del sector será reemplazado por enfermedades y daños a sus habitantes, provocando a más de una imagen destructiva de la provincia, daños graves a su población. Esta situación requiere de acciones inmediatas tendientes a prevenir y corregir comportamientos y acciones que afecten al medio ambiente.

Con esta investigación se busca actualizar la data según la calidad de agua del estero en Punta Carnero, que evaluará mediante el método ICA siendo imprescindible para alertar si hay altos contaminantes, ya que estas aguas son el hábitat de varias especies marinas, terrestres y de uso recreacional por visitantes.

3. JUSTIFICACIÓN

La provincia de Santa Elena es conocida por sus atractivas playas, que son de gran agrado para los turistas. Una de estas es el sector de Punta Carnero, elegido por varios habitantes y visitantes para disfrutar, asimismo, durante estos años el crecimiento poblacional en la zona ha aumentado la presencia de descargas de desechos de sus aguas residuales al sistema marino, a esto se debe también incluir las corrientes marinas presentes en el sector. Debido a la poca o nula base de datos con información de los contaminantes de la calidad de agua (ICA) como coliformes totales, fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez, sólidos disueltos, etc., resulta importante tener información actualizada para medir la salud ambiental de la zona.

Este proyecto se obtuvo una base de datos basada en el estado actual de la calidad de agua en el sector de Punta de Carnero y evaluó los contaminantes mediante el índice ICA, para evidenciar cómo funciona la influencia los efluentes de aguas residuales, así como de las mareas y cambios en los parámetros físicos químicos que alteran la cantidad las bacterias y minerales del lugar durante el muestreo, el desequilibrio que existe en los minerales resultante de un aumento de temperatura-pH o contaminación externa, hace que el amonio aumente y como consecuencia proporcione un medio tóxico y perjudicial para la fauna y flora del lugar, además ejerciendo afección a los habitantes y turistas que concurren en la zona. La información obtenida de los ICA actualmente presentes en el lugar será

importante dar a conocer a la ciudadanía acerca del nivel de contaminantes para la implementación de acciones con el fin de mejorar la situación existente.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la calidad de agua del estero Punta Carnero mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos determinando su influencia con las mareas obteniendo la categorización según el índice ICA.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estimar el índice de calidad de agua (ICA) a través de la colecta de muestras de agua *in situ*.
- Determinar la presencia de coliformes fecales y sus posibles contaminantes en los diferentes puntos de muestreo registrados para la obtención sus variantes presentes en el lugar
- Relacionar los resultados del ICA y microbiológicos en los diferentes puntos de muestreo para determinar el grado de contaminación.

5. HIPÓTESIS

H1. En el estero de Punta Carnero existe un grado alto de coliformes fecales y una variación en los parámetros físicos químicos que están fuera de sus rangos óptimos.

6. MARCO TEÓRICO

El estero punta carnero cuenta con un extenso crecimiento de flora bosques y diferentes especies de mangle como; mangle blanco (*Laguncularia Racemosa*), mangle negro (*Avicenia germinans*), mangle rojo (*Rizópoda mangle*); en fauna se observó especies como aves; Garza grande (*Ardea alba*), Chorlo gris (*Pluvialis squatarola*), Gaviota reidora (*Leucophaeus matricilla*), Patiamarillo mayor (*Tringa melanoleuca*), Espátula rosada (*Platalea ajaja*). (Ben Haase, 2011) (Agreda 2019).

6.1 Calidad de agua

La calidad del agua describe sus características físicas, químicas y biológicas del agua según su uso, para considerarse agua de buena calidad debe encontrarse en equilibrio todas sus propiedades al detectar algún tipo de alteración radical se puede considerar agua no apta o contaminada.

6.1.2 Índice de calidad de agua

Mundialmente se usa como forma rápida de evaluar y caracterizar con un solo valor ponderado, en un sistema acuático. El Índice de Calidad del Agua propuesto por Brown es una versión modificada del "ICA". Fue desarrollado por la

Fundación Nacional de Salud (NSF) para crear un sistema para comparar ríos en todo el país, creé y diseñé un índice estándar llamado WQI (índice de calidad del agua), conocido en español como: Índice de calidad del agua (ICA) (Naturales., 2019).

ICA es un número (de 0 a 100) que indica la calidad de un cuerpo de agua en términos de bienestar humano, independientemente de su uso. Este número es una descripción general de las condiciones físicas, químicas y, en algunos casos, microbianas del agua y puede indicar problemas de contaminación. Considera varios factores ambientales utilizando variables simples y puede analizar las principales fuentes de contaminación: oxígeno disponible, materia orgánica, sólidos, mineralización, acidez, etc., así como las características clave de la masa de agua (por ejemplo, temperatura) (SOSTENIBLE, 2016)

6.2 Estimación del índice ICA en agua general propuesto por

BROWN

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

Tabla 1. Estimación del Índice ICA,

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente	Blue	91 a 100
Buena	Green	71 a 90
Regular	Yellow	51 a 70
Mala	Orange	26 a 50
Pésima	Grey	0 a 25

Fuente: Brown, 1970

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella. Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas. Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación. Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación. Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario que se tengan las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto. La evaluación numérica del “ICA”, con

técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a Brown. (SET, 2022)

6.3 Determinación del ICA

Para la determinación del ICA intervienen 9 parámetros, estos índices se encuentran inmersos en todos los índices de calidad de agua existentes.

- Nitratos (NO_3^- mg/L)
- pH (en unidades de pH)
- Fosfatos (PO_4^{3-} en mg/L)
- Turbidez en (FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/L)
- Coliformes Fecales (en NMP/100ml)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DB05 en mg/L)
- Temperatura
- Oxígeno Disuelto (OD en % saturación)

6.3.1 Estándar Nitrato en agua potable

El nitrato en el agua potable se mide por la cantidad de nitrógeno contenido y oxígeno. El estándar federal para nitrato en el agua potable es 10

mg/L de nitrato-N o 50 mg/L de nitrato NO_3^- si el oxígeno se mide al mismo tiempo que el nitrógeno. Salvo indicación lo contrario, la concentración de nitrato suele referirse solo a la cantidad de nitrógeno presente, por lo que el estándar habitual es 10 mg/l.

El nitrito en el tracto gastrointestinal de los bebés puede causar metahemoglobinemia (LENNTECH, 2023). El nitrato es la forma de nitrógeno más fuertemente oxidada. Se produce durante las etapas finales de biodegradación en plantas de tratamiento de aguas residuales o en fuentes naturales de agua. Pueden producirse bajas concentraciones de nitratos en aguas naturales. Sin embargo, la USEPA ha establecido un nivel máximo de contaminación por nitratos en el agua potable en 10 ppm. (MICROCLAR, 2018).

6.3.2 pH

El pH es una de las pruebas más comunes para determinar la calidad del agua. El pH denota acidez o alcalinidad, en este caso un líquido como el agua, pero en realidad es una medida de la actividad potencial de los iones de hidrógeno (H). Las mediciones de pH se toman en una escala de 0 a 14, considerándose neutro un valor de 7,0. Las soluciones con un pH inferior a 7,0 se consideran ácidas. Las soluciones con un pH entre 7,0 y 14,0 se consideran básicas o alcalinas. El nivel de acidez del agua afecta a todos los organismos y funcionan mejor dentro de un cierto rango. Cada unidad de cambio en el pH es logarítmica, es un cambio de 10 veces

en la acidez. En otras palabras, un pH 6,0 es 10 veces más ácido que un pH 7,0; El pH 5 es cien veces más ácido que el pH 7,0 (PURE, 2019).

6.3.3 Fosfatos (PO₄)

Aunque los fosfatos no se consideran tóxicos para los seres humanos ni para los animales, pueden tener efectos negativos indirectos al eutrofizar las aguas superficiales, lo que provoca un rápido crecimiento de algas y el consiguiente agotamiento del oxígeno disuelto (SEMARNAT, 2016). Las aguas de la cuenca pueden contener altas concentraciones de fosfato debido a la escorrentía agrícola, lo que puede provocar la eutrofización de las aguas superficiales debido al crecimiento de algas y la liberación de cianotoxinas. Los fosfatos condensados se usan comúnmente para el control de la corrosión en los sistemas de distribución de agua potable, por lo que los procesos de tratamiento de agua potable pueden requerir un monitoreo de las concentraciones de fosfato tanto en el agua cruda como tratada y en la distribución (HACH, Fósforo, 2023).

6.3.4 Turbidez

La turbidez es una medida del grado en que el agua pierde su claridad debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia y turbia estará el agua. La turbidez se considera un buen indicador de calidad del agua (Lenntech, 2019).

6.3.5 Sólidos disueltos totales

Según Roca (2015), todos los sólidos en el agua son desechos producto seco y soluble presente en agua en el momento de la ingestión muestra para análisis, como arcilla, limo y otras partículas atrayentes, el agua de dos maneras: permanentemente suspendida, el movimiento del agua los arrastra. Todo lo contenido en agua que no sea agua, si bien se considera un sólido en sí mismo, la sustancia sigue siendo un residuo. Después de la evaporación y el secado. Los sólidos disueltos de tamaño inferior a 2 micras se refieren a cualquier mineral, sal, metal en forma de moléculas, átomos, cationes o aniones disueltos en agua. El total de sustancias disueltas (TDS) incluye sales inorgánicas (principalmente calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonato, cloruro y sulfato) y pequeñas cantidades de sustancias orgánicas disueltas en agua. (HACH, Sólidos (totales y disueltos), 2023).

6.3.6. Temperatura

La temperatura es un parámetro físico que nos permite medir las sensaciones de calor y frío. Desde una perspectiva microscópica, la temperatura se considera un reflejo, incluye la energía cinética interna promedio de las moléculas que componen el objeto bajo prueba.

Esta energía cinética se manifiesta como excitación térmica, este es el resultado de colisiones de las moléculas que forman el agua. Los animales y plantas acuáticos son muy sensibles a los cambios de temperatura del agua y requiere que

se mantenga dentro de un cierto rango para que esto sea posible sobrevivir y reproducirse. Si la temperatura del agua permanece fuera de este rango los organismos permanecerán durante mucho tiempo en condiciones inadecuadas. La temperatura afecta la cantidad de oxígeno que el agua puede transportar. Agua a temperaturas más bajas, transporta más oxígeno y esto es necesario para todos los animales acuáticos.

También afecta a la fotosíntesis de plantas y algas, así como a la sensibilidad, asimismo, el aumento de la temperatura de nuestro río se puede atribuir a la liberación de agua caliente. (Madrid, 2015).

6.3.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno) son uno de los parámetros más importantes que caracterizan (miden el grado de contaminación) de las aguas residuales.

DBO es la demanda bioquímica de oxígeno del agua. Es la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas), hongos y plancton al descomponer la materia orgánica de la muestra. Se utiliza para medir los niveles de contaminación. La DBO es un proceso biológico y, por lo tanto, es complejo y requiere mucho tiempo. Dado que el proceso de descomposición depende de la temperatura, se llevó a cabo a 20°C durante 5 días utilizando un método estándar llamado DBO5. (INDUANALISIS, 2019)

○ **Valores normales de DBO en el agua analizada**

Los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es proporcional al nivel de contaminación que encontramos en el agua de la muestra analizada. Por ello a mayores niveles de DBO estamos ante un agua más contaminada por componentes biodegradables (Aquanova, 2020)

A nivel orientativo podríamos tener uno niveles como los siguientes:

- Agua Pura: desde 0 a 20 mg/litro
- Agua Levemente Contaminada: desde 20 a 100 mg/litro
- Agua Moderadamente Contaminada: desde 100 a 500 mg/litro
- Agua Muy Contaminada: desde 500 a 3.000 mg/litro
- Agua Extremadamente Contaminada: desde los 3.000 mg/litro

6.3.8 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El oxígeno libre es esencial para la vida de peces, plantas, algas y otras especies; por esta razón, siempre se considera un índice la capacidad de un río para sustentar la vida acuática. La concentración de este elemento es el resultado de la entrada de oxígeno al sistema consumido por los organismos vivos. Puede ocurrir flujo de oxígeno de muchas fuentes, pero la fuente principal es el oxígeno absorbido de la atmósfera. Este oxígeno se disuelve fácilmente hasta que el agua se satura. Después de disolver se propaga lentamente y su distribución depende del movimiento del agua. este progreso de forma natural y continua, gracias a lo cual se produce un

intercambio continuo de oxígeno entre agua y aire. La dirección y la velocidad dependen del contacto entre ellas.

Un arroyo agitado o un lago con olas tendrá mayor capacidad de absorción porque la superficie del agua está en contacto con el aire. El agua estancada se retiene y absorbe menos oxígeno. Las plantas también juegan un papel importante porque absorben dióxido de carbono a lo largo del día carbono, convirtiéndolo en oxígeno. (guemisa, 2016).

6.3.9 Coliformes Fecales

Las bacterias coliformes son muchos tipos de bacterias del medio ambiente. Son comunes en el suelo y en aguas superficiales, pudiendo incluso aparecer en la piel.

Las bacterias coliformes a menudo se denominan "indicadoras" porque indican la posible presencia de bacterias patógenas en el agua. La presencia de bacterias coliformes en el agua no garantiza que beber agua cause enfermedades. Más bien, su presencia indica una vía de contaminación entre la fuente de bacterias (agua superficial, fosas sépticas, desechos animales, etc.) y la fuente de agua. De esta forma, las bacterias patógenas pueden entrar en el sistema de suministro de agua. (Extension, 2023).

6.4 Los indicadores más comunes de bacterias fecales en aguas

marinas

Los enterococos son un subgrupo de bacterias estreptocócicas, bacterias fecales (no bacterias coliformes) cocos intestinales. Se distinguen por su capacidad para sobrevivir en agua salada y a menudo es más específico de los humanos que de otros. Microorganismos pertenecientes al grupo de los estreptococos en las heces.

Los cocos se imitan o se parecen más entre sí patógenos en comparación con otros organismos debido a estas características, la muestra para los enterococos son el foco de los programas gubernamentales y afecta los estándares de calidad del agua residencial para las operaciones se utiliza agua salada y dulce entretenimiento. (ESTAURIO, 2020).

6.5 Compact Dry CF

Compact Dry es un procedimiento sencillo y seguro para determinar y cuantificar microorganismos en productos alimenticios, cosméticos y otras materias primas, incluidas las farmacéuticas. Las placas CF cromogénicas de Compact Dry coliformes listas para el uso son adecuadas tanto para los controles a realizar durante el proceso como para los del producto final. (APRACOM, 2020)

Sirve para la detección rápida de coliformes: gracias al sustrato cromogénico X-Gal forman características colonias azules/verdeazuladas. El

crecimiento de otros tipos de bacterias se inhibe considerablemente. Las bacterias que pudieran crecer aparecerían sin coloración alguna. (APRACOM, 2020)

7. METODOLOGÍA

7.1 ÁREA DE ESTUDIO

La provincia de Santa Elena es conocida por sus diversas playas que son de principal sitio turístico para los visitantes; entre estos atractivos tenemos en cantón de Salinas donde se encuentra la conocida playa Punta Carnero en cual cuenta con un largo de 2,60 km de largo, el perfil de la playa es poco regular en la zona y su uso turístico debido a sus fuertes corrientes y pendientes pronunciadas en la zona intermareal, la temperatura varía entre los 22 a 24 °C en el cual se encuentra un hábitat entre flora y fauna característico del sector como ejemplar el mangle, aves, crustáceos y moluscos.

Figura 1. Estero de Punta carnero, Salinas- Ecuador



Fuente: Autor, 2024

7.2 FASE DE CAMPO

7.2.1 Colecta de muestras

Las muestras fueron tomadas durante seis meses, dos veces por semana en las cuatro estaciones:

- ❖ Punto A -2.289861, -80.911898 salida y entrada del estero playa Punta Carnero
- ❖ Punto B ubicado en -2.290185, -80.910697 salida hacia el mangle y desembocadura de contaminantes de laboratorios y casas aledañas
- ❖ Punto C en -2.289045, -80.910706, en el lugar se encuentra presencia de desechos sólidos debido a que pasa cerca de un lugar de obtención de sal
- ❖ Punto D -2.292641, -80.910610, los contaminantes pasan por lagunas de oxidación.

Las muestras de agua colectadas fueron almacenadas en envases de 2L esterilizados y rotulados.

En la tabla 2, se detalló la frecuencia de los muestreos, los mismo que fueron realizados dos veces por semana, así como la toma de muestras en cada una de las cuatro estaciones, considerando que se realizó una colecta en marea baja y también en marea alta, dando un total de 864 muestras colectadas en seis meses de muestreo.

Tabla 2. Frecuencia de muestreos y nivel de marea

PARAMETROS	PUNTO DE MUESTREO	CANTIDAD DE MUESTRAS POR SEMANA	CANTIDAD DE MUESTRAS PORMES	CANTIDAD DE MUESTRAS X6 MESES
PH	8	8	32	96
DBO	8	8	32	96
NITRATOS	8	8	32	96
FOSFATOS	8	8	32	96
TEMPERATURA	8	8	32	96
TURBIDEZ	8	8	32	96
SST	8	8	32	96
OXIGENO DISUELTO	8	8	32	96
TOTAL DE MUESTRAS		864		

Fuente. Autor, 2024

7.3 FASE DE LABORATORIO

Los análisis se llevaron al cabo en un laboratorio especializados en la detección de aguas residuales y la detección de los parámetros ICA, mientras que para la detección de los coliformes que se analizaron en el agua de las 4 zonas de muestreo se las realizó por medio de la siembra en placas Compact Dry.

Para determinar la calidad del agua del lugar, se consideró una evaluación microbiológica con parámetros físico-químicos, según el índice ICA.

7.3.1 Método ICA

Para los parámetros utilizados se los realizó en una lectura del equipo YSI 9300, que nos permitió testear el agua mediante fotometría.

- ❖ **Nitrato:** este proceso usa una sola pastilla que tornará el agua blanca en 10 minutos.
- ❖ **Fosfatos:** el YSI lo detecta por medio de una pastilla en un tiempo de 10 minutos, donde el agua toma un color azul

7.3.2 YSI E500

Para tomar los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto se realizó mediante equipo YSI E500, con un sensor sumergible, el mismo que al sumergirse en el agua y contactarse con ella, puede determinar los valores de las diferentes variables establecidas en este estudio.

7.3.3 Medición de pH

En cuanto al pH a ser evaluado se procedió por medio de tiras reactivas de pH metro, las mismas que a través de las tonalidades adquiridas al ser sumergidas y hacer contacto con el agua durante un periodo de 1 minuto indicaron el nivel de acidez que presentaron las muestras.

7.3.4 Turbidez

Finalmente, la turbidez se midió con el disco secchi que es el instrumento de medición de la penetración luminosa en un cuerpo de agua, ayudando a calcular su densidad.

7.4 MÉTODOS DE SIEMBRA

Para el método de siembra de UFC se adquirió un paquete de *Compact Dry*, con el medio específico para el crecimiento de coliformes fecales. Como lugar de esterilización del lugar se usó una lámpara de alcohol, jeringas esterilizadas y guantes.

Para la siembra de los coliformes se ocupó 1ml de muestra de agua, la misma que se depositó en una placa *Compact Dry*, posteriormente se la dejó en reposo

durante 24 horas de incubación, los coliformes fecales se manifestaron en colonias bacterianas con tonalidad azul que facilitan el recuento de colonias. (3M, 2023)

7.4.1 Técnica de sembrado

- 1- Quitar Cubierta.
- 2- Agregar un 1 ml de la muestra en el centro de la superficie de la placa *Compact Dry*.
- 3- La muestra se dispersa automática y homogéneamente sobre la lámina, y transforma la lámina seca en un gel en pocos segundos.
- 4- Volver a colocar la cubierta sobre la placa. Incubar por tiempo prescrito.

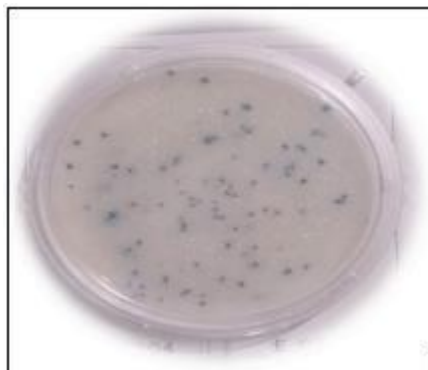


Figura 2. Placa compact dry
Fuente: Autor, 2024

7.5 ANALISIS ESTADÍSTICO

7.5.1 Cálculo del índice de calidad del agua del modelo NSF

Los índices de calidad de agua se calcularon para cada punto de monitoreo y para cada campaña, y sus valores se representan gráficamente, para reconocer fácilmente la tendencia de cambio del ICA respecto a la estación lluviosa y seca, y la variabilidad de sus parámetros en el tiempo y espacio. El modelo desarrollado por la Fundación Nacional de Sanidad de los EE. UU. (ICA-NSF), emplea una escala de 100 puntos que sintetiza los valores de nueve parámetros con diferentes ponderaciones entre 0 a 100.

Para determinar el valor del “ICA- NSF” se utilizó los valores de las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del índice. Se utilizó el método aditivo que consiste en la suma de los productos resultantes entre los subíndices de cada parámetro de calidad y los pesos o porcentajes asignados a cada parámetro (Brown R. M., 1970). Para calcular el índice de Brown se utilizó una suma lineal ponderada de los subíndices ICA. Esta se expresa matemáticamente mediante la siguiente fórmula.

$$ICA = \sum_{i=1}^n I_i * W_i$$

Donde:

ICA: Índice de calidad de agua global

Sub_i: Subíndice del parámetro *i*

I_i: índice de calidad para el parámetro *i*

W_i: Coeficiente de ponderación del parámetro *i*

Pesos relativos asignados a cada parámetro *Sub_i* y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que la sumatoria sea igual a 1.

N: Número total de parámetros

Además, se tomó en cuenta los pesos establecidos para cada de parámetro como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Tabla de pesos por cada parámetro ICA-SNF según su importancia

PARÁMETRO	PESO RELATIVO (W_i)	IMPORTANCIA
Oxígeno Disuelto	17%	Condiciones críticas para la vida acuática
Coliformes Fecales	15%	Contaminación fecal, limitante para aguas de consumo humano
pH	12%	Condiciones para la vida acuática y agua potable
DBO ₅	10%	Materia orgánica biodegradable, limitante para aguas de consumo humano
Fosfatos	10%	Determinar niveles de eutrofización
Nitratos	10%	Determinar niveles de eutrofización y riesgos de consumo
Temperatura	10%	Crítico para la vida acuática y consumo humano
Sólidos Disueltos Totales	8%	Limitante para aguas de consumo humano
Turbiedad	8%	Limitante para aguas de consumo humano

Fuente: Brown, 1970

Cada parámetro posee una curva estandarizada que relaciona la concentración o nivel de este. A partir del valor del parámetro (i) se puede obtener el valor del subíndice correspondiente (I_i), obteniendo una curva donde en el eje de las abscisas se ubican varios. Los niveles de la variable y en el eje de las ordenadas, los niveles de calidad del agua o valor del subíndice, que está entre 0 y 100. Siendo la calificación de 100 la que proporciona la concentración más favorable para la conservación de flora y Fauna.

A continuación, se explica los pasos a seguir para calcular los subíndices (I_i), con sus respectivas curvas promedio, para cada parámetro del Índice de Calidad:

1. Si la DBO₅ es mayor a 30 mg/l el (I₁) es igual a 2, si es menor a 30 mg/l buscar el valor en el eje de las (X) y se procede a encontrar el valor en el eje de las (Y), mediante interpolación. El valor encontrado es el (I₁) de la DBO₅ que luego se multiplica por su peso W₁.

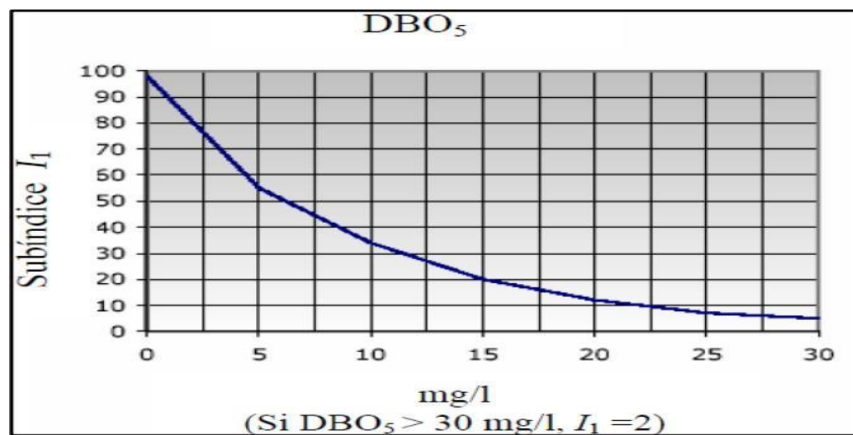


Figura 3. Valoración de la calidad de agua en función al DBO₅
Fuente: Brown, 1970

2. Para el Oxígeno Disuelto (OD) primero se debe calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua. Para lo cual se identifica el valor de saturación de OD de acuerdo con la altitud y temperatura como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4. Concentraciones de oxígeno disuelto en equilibrio a varias altitudes y temperaturas

VALORES DE OXÍGENO DISUELTO SATURADO EN FUNCIÓN DE LA ALTURA Y TEMPERATURA											
ALTURA (m)	TEMPERATURA ° C										
	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24
1900	10.34	9.8	9.31	8.86	8.44	8.06	7.7	7.38	7.07	6.79	6.52
2000	10.21	9.68	9.2	8.75	8.34	7.96	7.61	7.28	6.98	6.70	6.44
2100	10.08	9.56	9.08	8.64	8.23	7.86	7.51	7.19	6.89	6.61	6.35
2200	9.95	9.44	8.97	8.53	8.13	7.76	7.41	7.10	6.80	6.53	6.27
2300	9.83	9.32	8.85	8.42	8.02	7.66	7.32	7.01	6.72	6.44	6.19
2400	9.70	9.20	8.74	8.32	7.92	7.56	7.23	6.92	6.63	6.36	6.11
2500	9.58	9.09	8.63	8.21	7.82	7.47	7.13	6.83	6.54	6.28	6.03
2600	9.46	8.97	8.52	8.11	7.72	7.37	7.04	6.74	6.46	6.20	5.95
2700	9.34	8.86	8.42	8.00	7.63	7.28	6.95	6.66	6.38	6.12	5.88
2800	9.23	8.75	8.31	7.90	7.53	7.18	6.87	6.57	6.30	6.04	5.80
2900	9.11	8.64	8.20	7.80	7.43	7.09	6.78	6.49	6.22	5.96	5.72
3000	9.00	8.53	8.10	7.71	7.34	7.00	6.69	6.4	6.14	5.89	5.65
3100	8.88	8.42	8.00	7.61	7.25	6.91	6.61	6.32	6.06	5.81	5.58
3200	8.76	8.31	7.90	7.51	7.16	6.82	6.53	6.24	5.98	5.73	5.51

Fuente: Brown R. M., 1970

Si el porcentaje de saturación del OD es mayor al 140%, el (I₂) es igual a 50, si es menor al 140% de saturación de OD buscar el valor en el eje de las (X) e interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I₂) de Oxígeno Disuelto el cual se multiplica por su peso W₂.

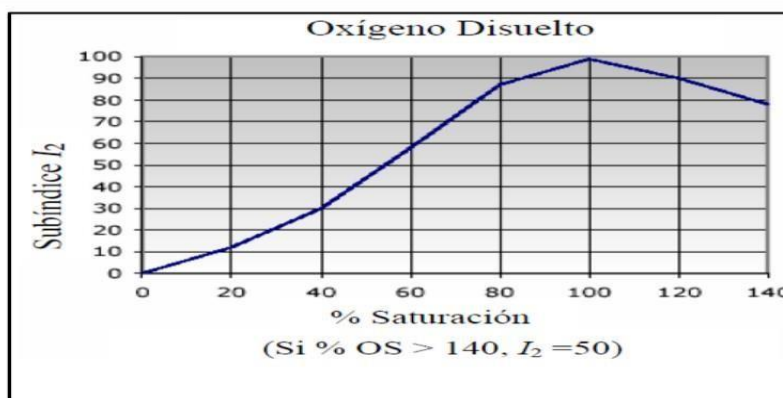


Figura 4. Valoración de la calidad de agua en función del % de Saturación del OD

Fuente: Brown R. M., 1970

3. Si el valor de pH es menor a 2 o mayor a 12 unidades el (I_3) es igual a 0, si el valor está fuera de este rango, buscar el valor en el eje de las (X) e interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I_3) de pH y se procede a multiplicarlo por su peso W.

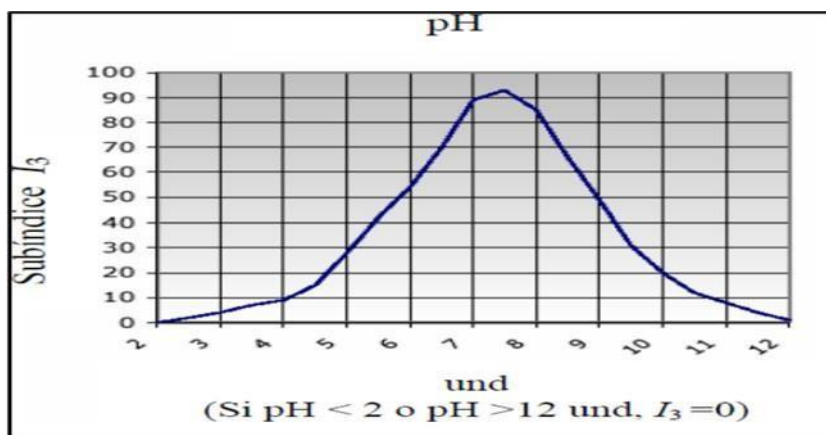


Figura 5. Valoración de la calidad de agua en función al pH
Fuente: Brown R. M., 1970

4. Si la turbidez es mayor a 100 NTU el (I_4) es igual a 5, si es menor de 100 NTU, buscar el valor en el eje de las (X) y proceder a encontrar el valor en el eje de las (Y) mediante interpolación. El valor encontrado es el (I_4) de turbidez al cual lo multiplicamos por el peso W7.

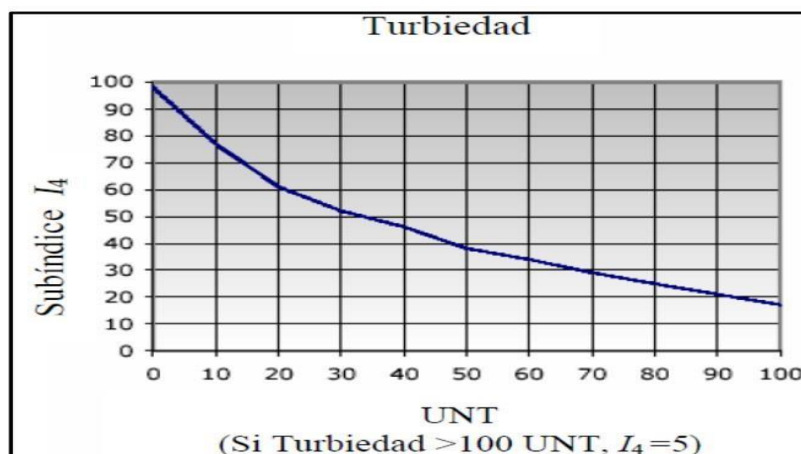


Figura 6. Valoración de la calidad de agua en función de la Variación de la Turbiedad
Fuente: Brown R. M., 1970

5. Si el valor de los fosfatos es mayor a 10 mg/l el (I_5) es igual a 2, si es menor de 10 mg/l buscar el valor en el eje de las (X), proceder a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I_5) y se procede a multiplicarlo por su peso W_5 .

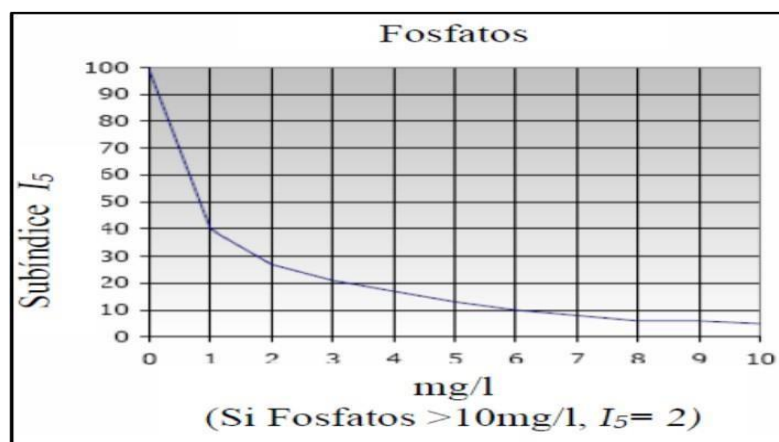


Figura 7. Valoración de la calidad de agua en función de los Fosfatos

Fuente: Brown R. M., 1970

6. Si el valor de los nitratos es mayor a 100 mg/l es igual a 1, si es menor de 100 mg/l buscar el valor en el eje de las (X) y proceder a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I_6) de los nitratos y se procede a multiplicarlo por su peso W_6 .

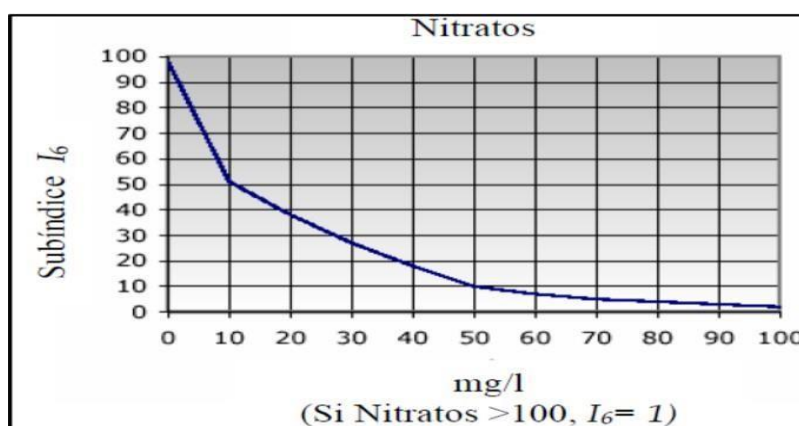


Figura 8. Valoración de la calidad de agua en función de los Nitratos

Fuente: Brown R. M., 1970

7. Para el parámetro de temperatura se debe realizar la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura de la muestra. Si el valor de esa diferencia es mayor a 15°C el (I7) es igual a 5, si es menor a 15°C , buscar el valor en el eje de las (X) y proceder a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I7) de temperatura y se lo multiplica por su W7.

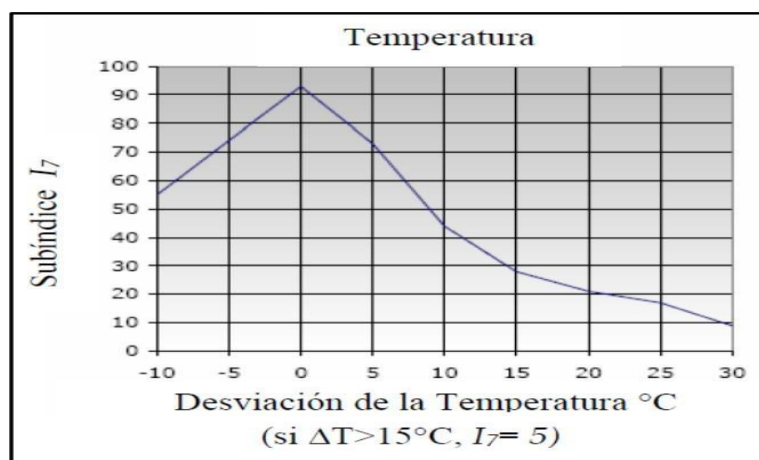


Figura 9. Valoración de la calidad de agua en función de la variación de la temperatura

Fuente: Brown R. M., 1970

8. Si los Coliformes Fecales son mayores a 10^5 NMP/100 ml el I8 es igual a 2, si el valor es menor a 10^5 NMP/100 ml, buscar el valor en el eje de las (X) e interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I8) de Coliformes Fecales, y se procede a multiplicarlo por su peso W8.

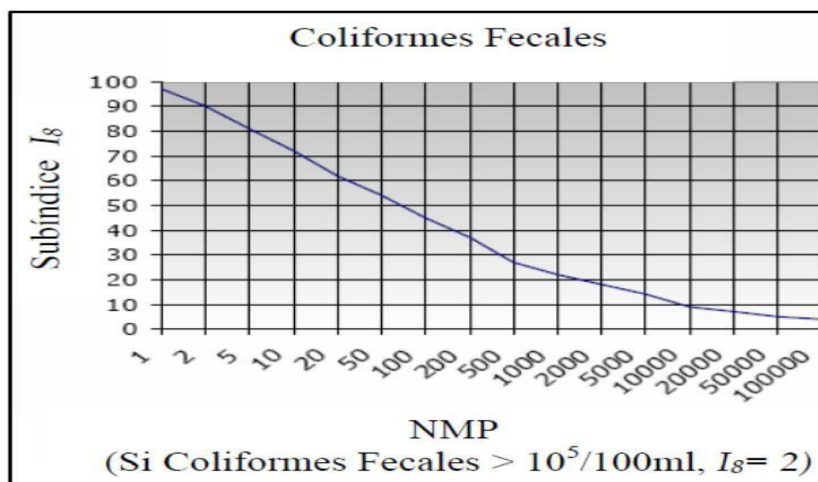


Figura 10. Valoración de la calidad de agua en función de los Coliformes fecales

Fuente: Brown R. M., 1970

9. Si los Sólidos Disueltos Totales son mayores a 500 mg/l I_9 es igual a 20, si es menor a 500 mg/l, buscamos el valor en el eje de las (X), y se procede a interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (I_9) de los SDT y se procede a multiplicarlo por su W_9 .

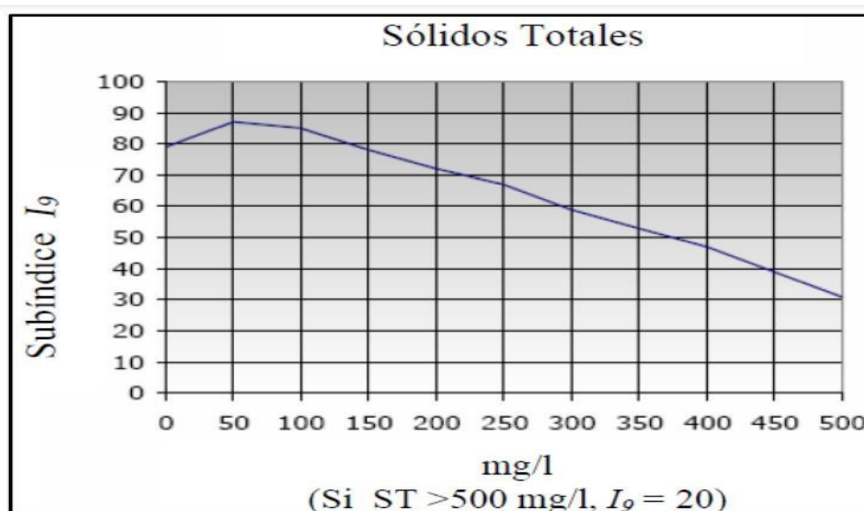


Figura 11. Valoración de la calidad de agua en función de los SDT

Fuente: Brown R. M., 19

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El estudio se realizó en el estero Punta Carnero para establecer el índice de calidad de agua (ICA) en esta zona mediante análisis de parámetros físico-químicos y estudios de laboratorio y aparición de UFC de coliformes fecales presentes en un medio selectivo.

8.1. Determinación del índice ICA por mareas

Inicialmente se realizó el cálculo para la obtención de datos de ICA tanto en marea alta como en marea baja. Los resultados obtenidos arrojaron que en marea baja y marea alta del sector el estero en Punta Carnero el Índice de calidad es de 50, dentro de la clasificación notamos que es un agua “regular” donde habitan pocas especies acuáticas, existen una gran diversidad de población de algas y no es recomendable para el contacto con los humanos.

Para esta sección se calculó el índice ICA general según la marea obteniendo los datos descritos en la siguiente tabla:

Tabla 5. Índice de calidad de agua presentes en Marea alta

Marea alta			
Parámetro	Wp	SUB	Índice de calidad de agua
OXÍGENO	0,17	22	3,7
pH	0,11	70	7,7
DBOS	0,11	21	2,3
NITRATOS	0,1	87	8,7
COLIFORMES FECALES	0,16	82	13,1
TEMPERATURA	0,1	75	7,5
TURBIDEZ	0,08	50	4
SST	0,07	92	6,4
FOSFATOS	0,1	32	3,2
TOTAL	1		53

Fuente: Autor, 2024

Tabla 6. Índice de calidad de agua en Marea Baja

Marea Baja			
Parámetro	Wp	SUB	Índice de calidad de agua
OXÍGENO	0,17	22	3,7
pH	0,11	85	0,9
DBOS	0,11	40	4,4
NITRATOS	0,1	75	7,5
COLIFORMES FECALES	0,16	72	11,5
TEMPERATURA	0,1	80	8
TURBIDEZ	0,08	77	6,2
SST	0,07	78	5,5
FOSFATOS	0,1	25	2,5
TOTAL	1		50,2

Fuente: Autor, 2024

8.2. Determinación del índice ICA por estaciones de muestreo

Para dar la clasificación de este estero se tomó como base la tabla general de calidad de agua (ICA) para las diferentes variables utilizadas y establecidas por Brown (1970) obteniendo los siguientes resultados:

8.2.1 Punto A

En la figura 12 se observa que en referencia a coliformes fecales el índice ICA en marea alta está dentro del Sub_1 30 y en marea baja nuestro Sub_1 es de 26, dando un color naranja que nos indica que es un agua “mala”.

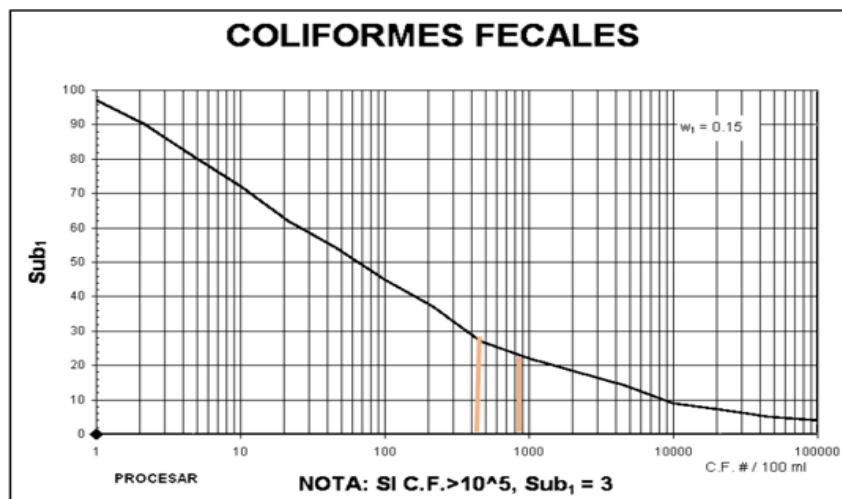


Figura 12. Valores de coliformes totales
Fuente: Autor, 2024

En pH se registraron valores de Sub_2 en marea alta de 7,40 y para marea baja de 8,12 que en la clasificación corresponde al color verde dentro del rango 90, caracterizando como “bueno”, como se observa en la figura 13.

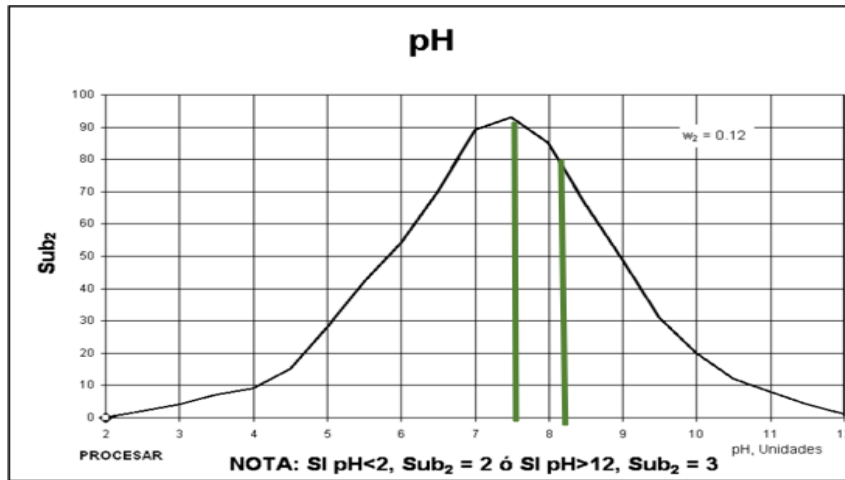


Figura 13. Valores correspondientes a pH
Fuente: Autor, 2024

En la figura 14, para DBO5 en marea alta tenemos 10 mg/L de la clasificación nos da un Sub_3 40, con una coloración naranja, es decir, este parámetro es “regular” y en marea baja 20,5 mg/L que se la denomina como “pésima”.

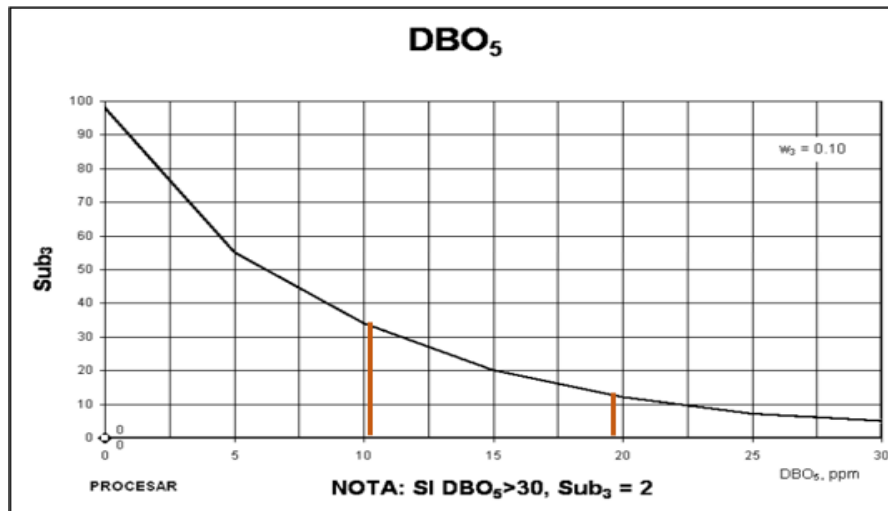


Figura 14. Valores DBO5 establecidos para marea alta y marea baja
Fuente: Autor, 2024

En la figura 15 referente a los nitratos en el punto A: en marea alta 0,7 y baja nos da un valor de Sub_4 0,8 y se categoriza como “buena”.

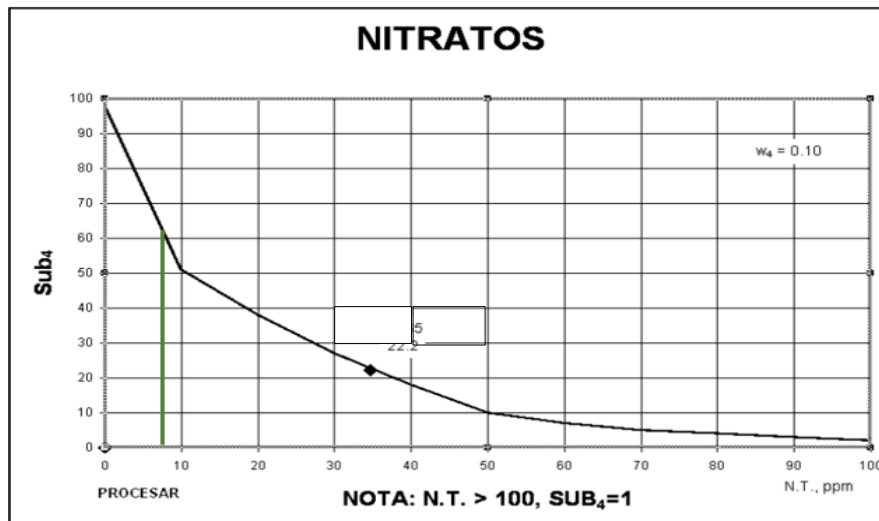


Figura 15. Valores establecidos en la variable de nitratos
Fuente: Autor, 2024

En la figura 16, los Fosfatos en marea alta se obtuvo 3,4 mg/l que lo coloca en el Sub_5 como un agua “pésima” y en marea baja con 2,5 PO_4 que se considera como agua “mala”.

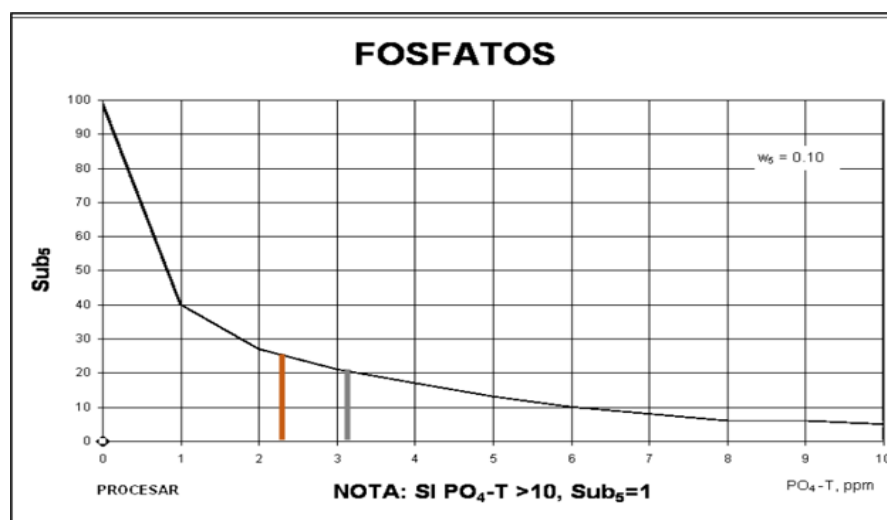


Figura 16. Valores de fosfatos encontrados en el punto A
Fuente: Autor, 2024

Para el cambio de temperatura nos resulta de la resta entre la temperatura del ambiente 24°C y la temperatura de la muestra 22°C, dando como resultado 2°C un agua “buena” con un Sub_6 , en la figura 17 podemos observar.

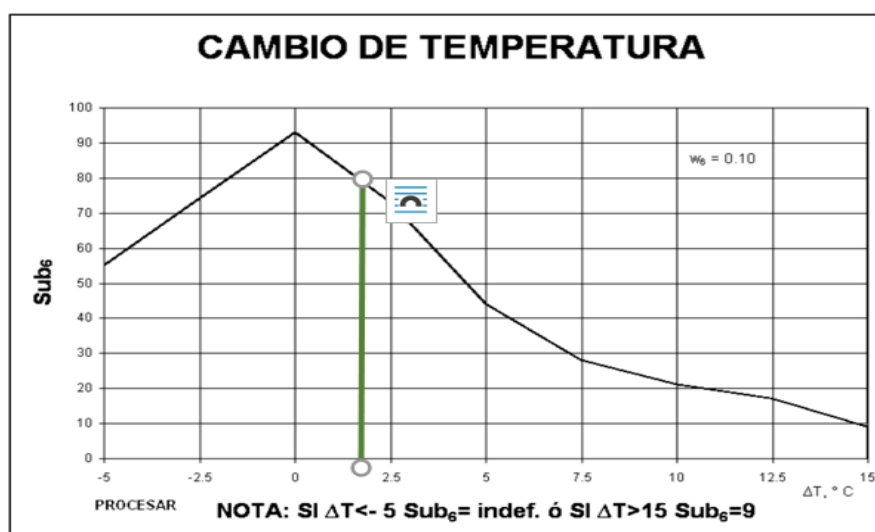


Figura 17. Valores establecidos para el cambio de temperatura durante la época de estudio.
Fuente: Autor, 2024

En la figura 18, la turbidez se reportó el valor de 25 UNT dando un Sub_7 dentro de la categoría de “regular” en ambas mareas.

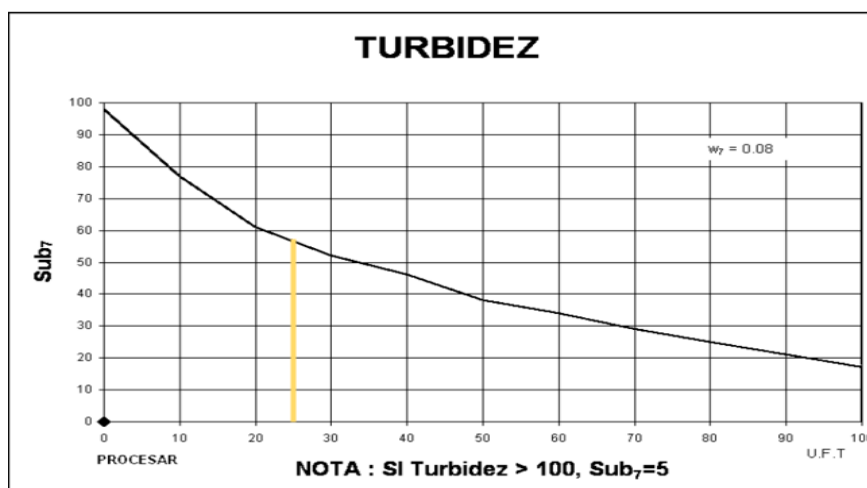


Figura 18. Valores de turbidez
Fuente: Autor, 2024

En la figura 19, los sólidos totales suspendidos en marea alta 60 SST mg/l y marea baja 90 SST mg/l, este punto entran en la categoría de “buena” ya que el Sub_8 está dentro del 80.

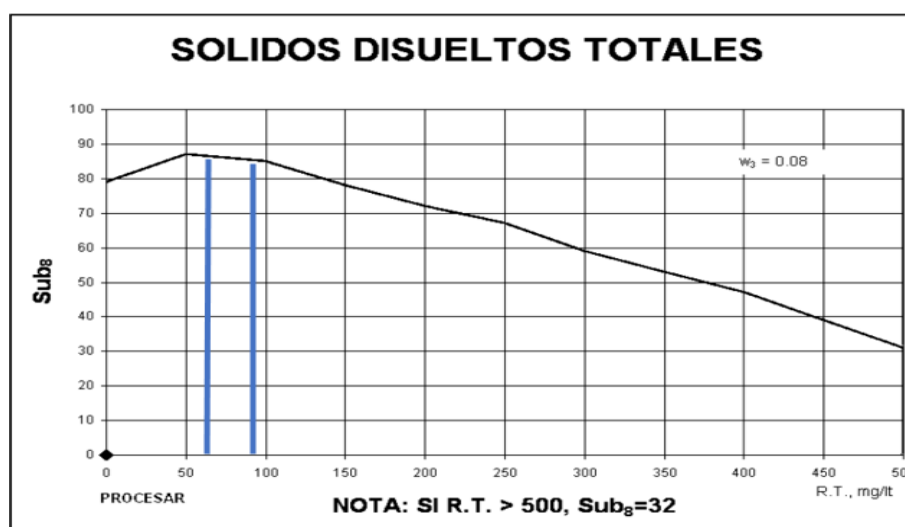


Figura 19. Valores encontrados de sólidos totales en el punto A
Fuente: Autor, 2024

Para finalizar en la figura 20, en el oxígeno disuelto en marea alta se obtuvo 75 mg/l y marea baja 95 mg/l, se obteniendo un valor mayor en el Sub_8 de 90 dando este parámetro como “buena”.

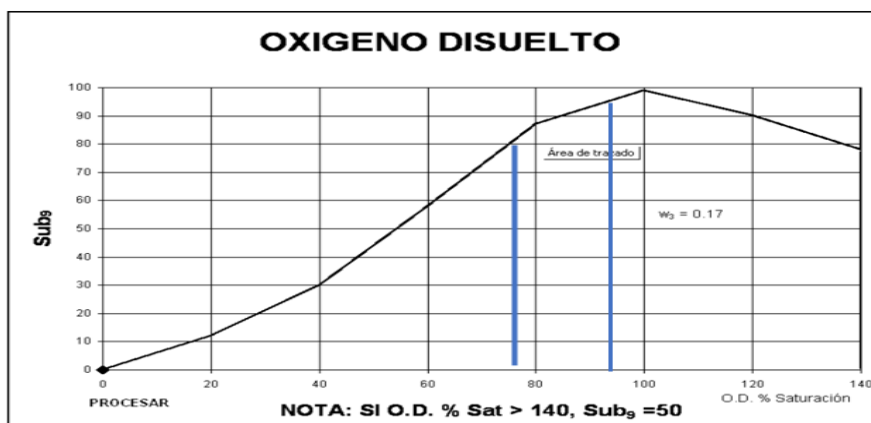


Figura 20. Valores de oxígeno disuelto en el punto A
Fuente: Autor, 2024

8.2.2 Punto B

En la figura 21, los coliformes fecales se reportó que marea alta el Sub1 estuvo dentro de los 30 y en marea baja en 26, que los categorizó como agua “mala”.

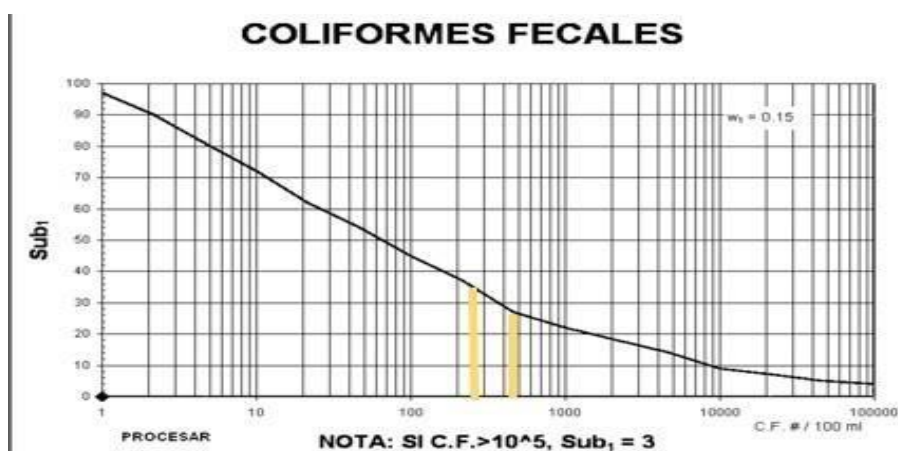


Figura 21. Valores Coliformes fecales
Fuente: Autor, 2024

En la figura 22, el pH en ambas mareas 7.5, su valor estuvo dentro del Sub2 80 catalogándolos como “buenas” con el color verde.

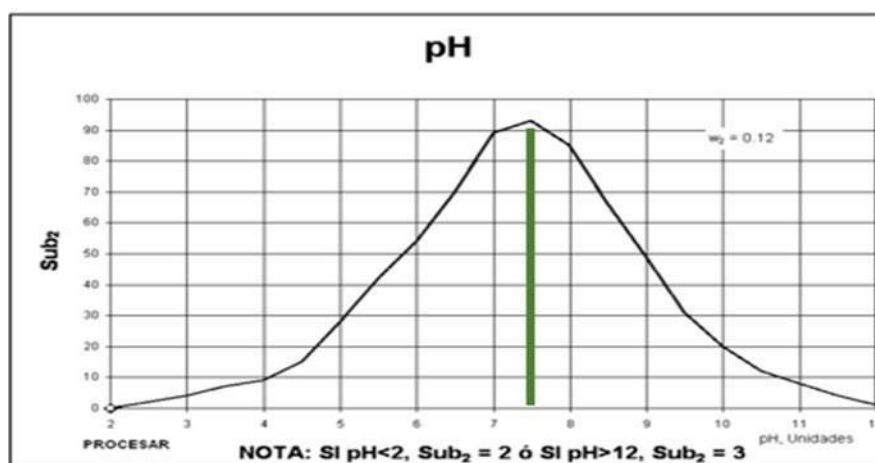


Figura 22ñ Valores establecidos de pH para el punto B

Fuente: Autor, 2024

En la figura 23, el parámetro de DBO5 hubo una variación en marea alta se la categorizó como “mala” debido a que el Sub3 estuvo en 40 y en la marea baja con 26 y se clasifica como agua “pésima”.

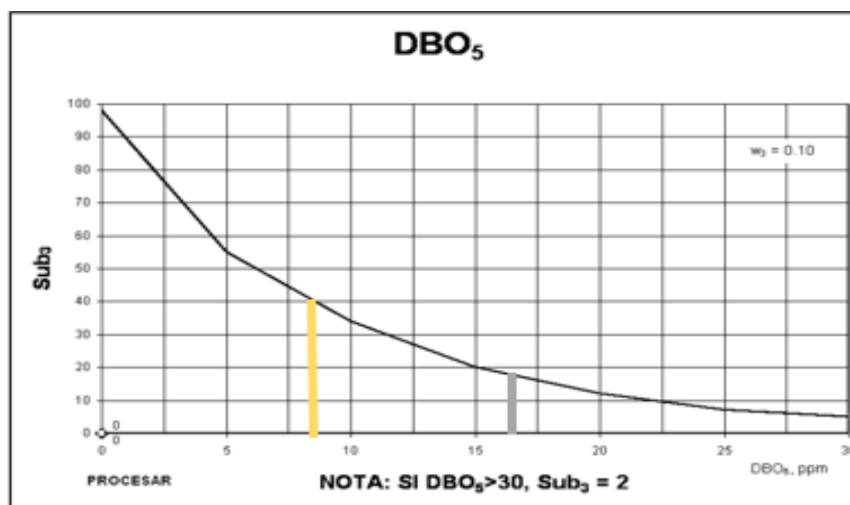


Figura 23. Valores DBO5 registrados en el punto B
Fuente: Autor, 2024

Figura 24, en el caso de nitratos para este punto la selección de ambas mareas estuvo como “buena” ya que su resultado fue de Sub-3 >80.

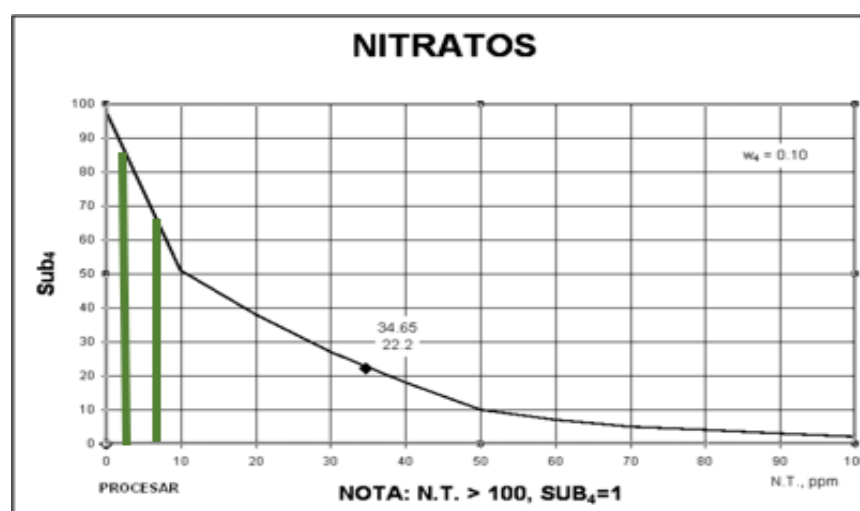


Figura 24. Valores de nitratos encontrados en el punto B
Fuente: Autor, 2024

Figura 25, los fosfatos en este punto se mantuvieron dentro de la categoría “mala” en ambas mareas teniendo como resultado en el Sub5 <30.

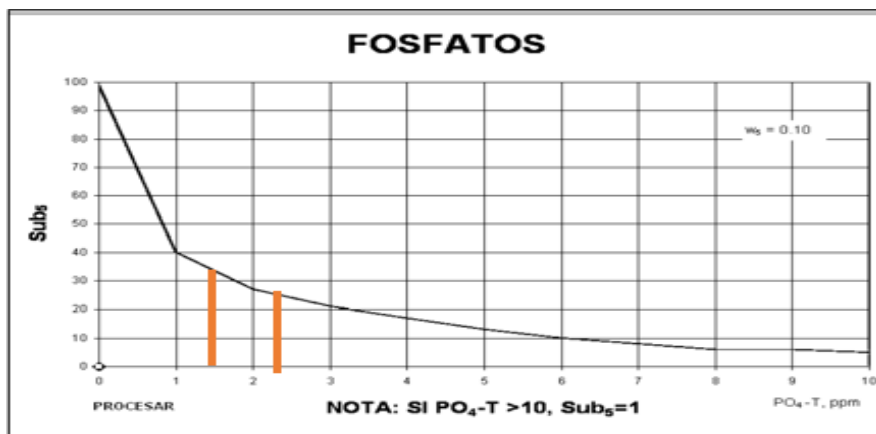


Figura 25. Valores de Fosfatos establecidos en el punto B
Fuente: Autor, 2024

El cambio de temperatura tuvo una fluctuación entre 1,5°C a 1,8°C por lo cual coloca en un estado de “buena”, como se observa en la figura 26.

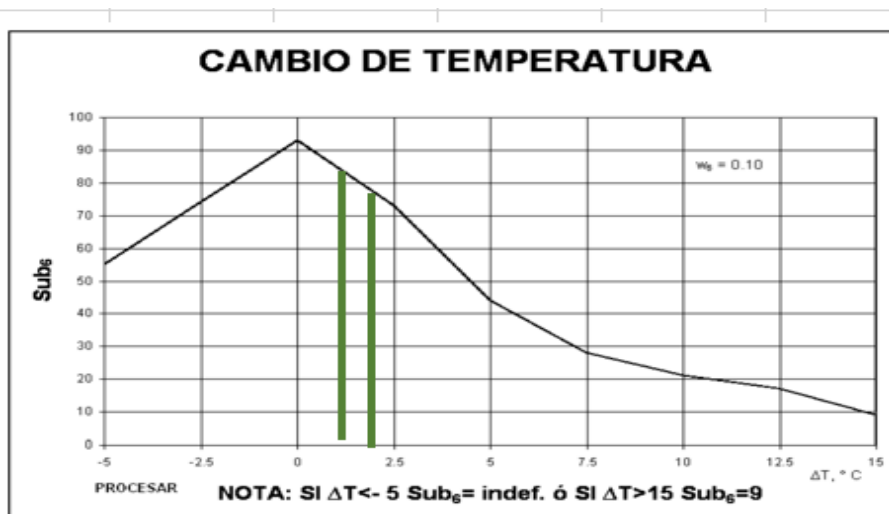


Figura 26. Valores establecidos de temperatura
Fuente: Autor, 2024

La turbidez en ambas mareas nos dio como resultado una categoría “regular” debido que estuvo el Sub7 dentro del 40, se observa en la figura 2.

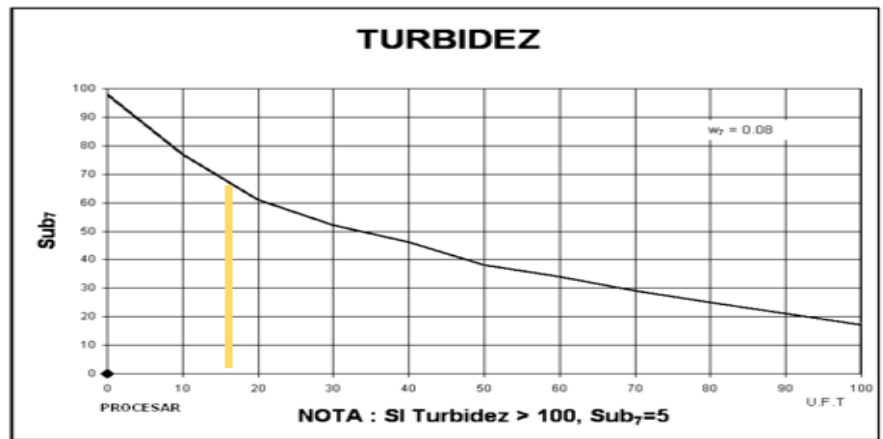


Figura 27. Valores de turbidez encontrados en el punto B
Fuente: Autor, 2024

Figura 28, los sólidos totales suspendidos en marea alta entro en la clasificación “regular” y en marea baja “buena “.

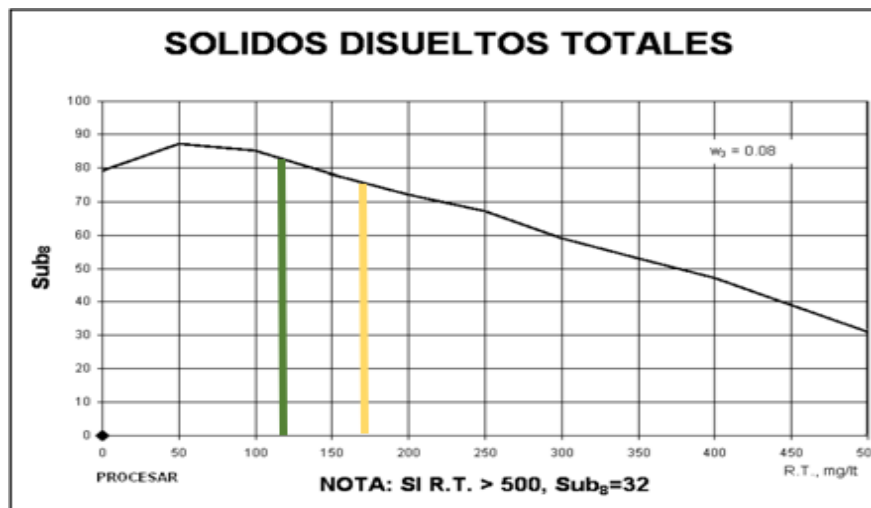


Figura 28. Valores de solidos disueltos en el punto B
Fuente: Autor, 2024

Para concluir en la figura 29, el oxígeno disuelto se lo clasificó como “mala” en ambas mareas debido a que el resultado del Sub9 fue de 50.

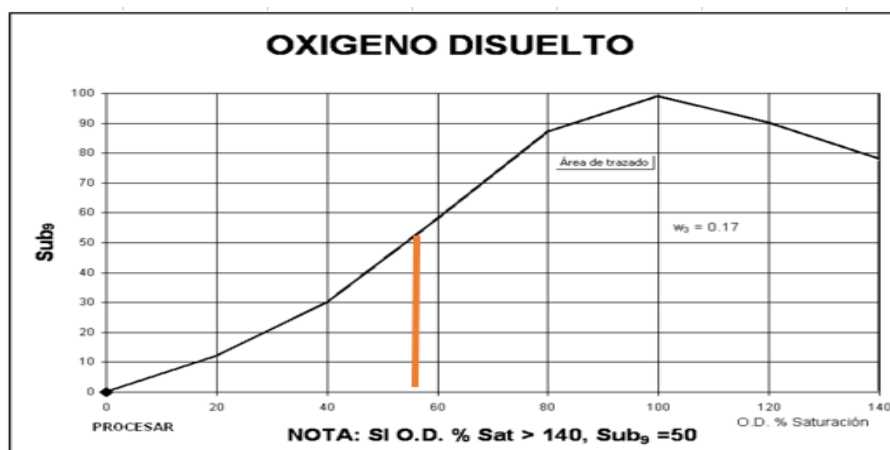


Figura 29. Oxígeno disuelto registrado en el punto B
Fuente: Autor, 2024

8.2.3 Punto C

En la figura 30, los coliformes fecales en marea baja y alta los datos se clasificaron dentro del color amarillo que nos indica agua “regular”.

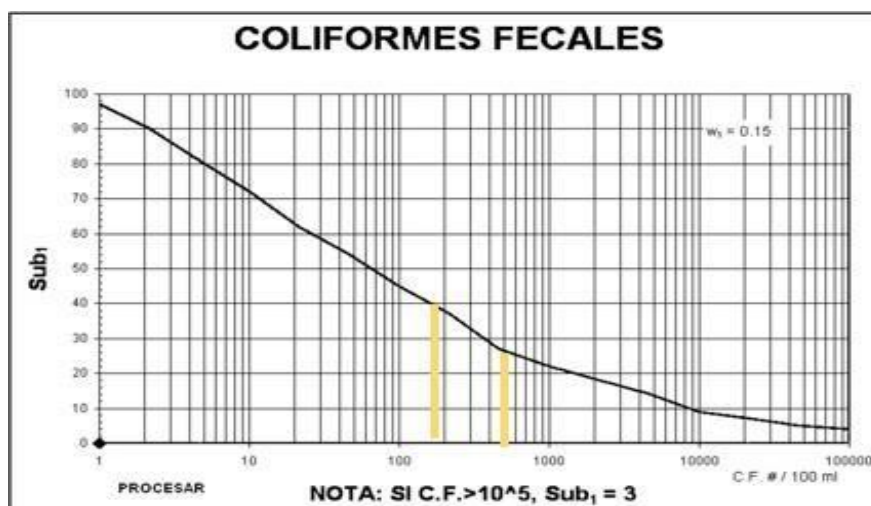


Figura 30. Valores de coliformes totales.
Fuente: Autor, 2024

En la figura 31, el pH se obtuvo los siguientes datos en marea alta 8,00 y marea baja 8,16 por lo cual el Sub_2 fue de 70, categorizándolos como agua “regular”.

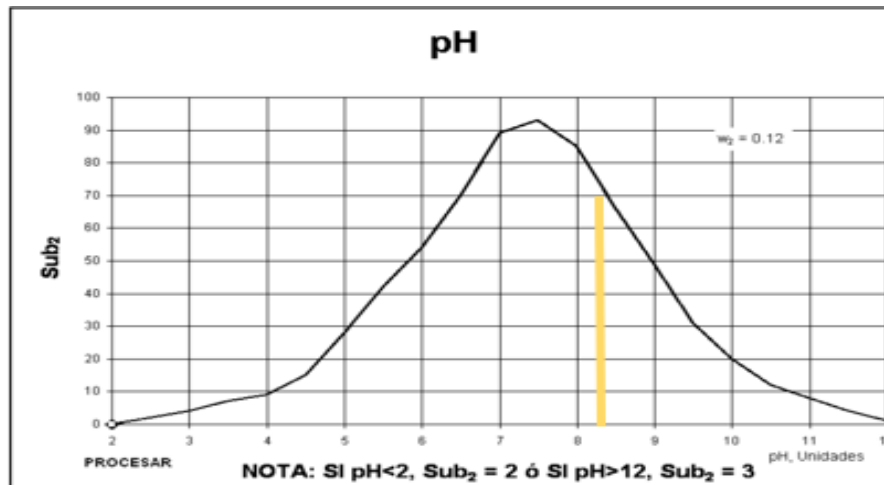


Figura 31. Valores de pH registrados en el punto C
Fuente: Autor, 2024

Para el DBO5 en marea alta su valor fue de 9,9 mg/L ubicándolo como agua “regular” y en marea baja en 16 mg/L como agua “mala”, como muestra en la figura 32.

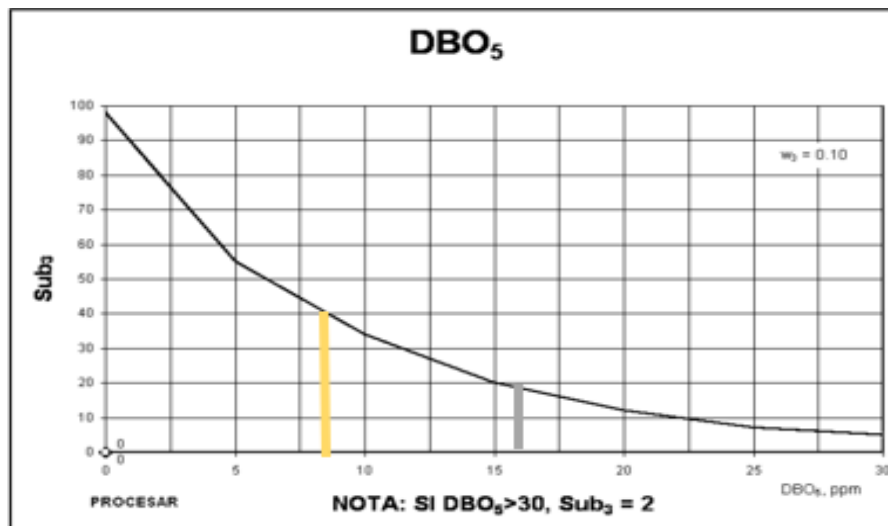


Figura 32. Valores de DBO5 establecidos en el punto C
Fuente: Autor, 2024

Nitratos en el punto C, tanto en marea alta y baja su Sub4 es de “bueno” ya que están por arriba de los 80, como se aprecia en la figura 33.

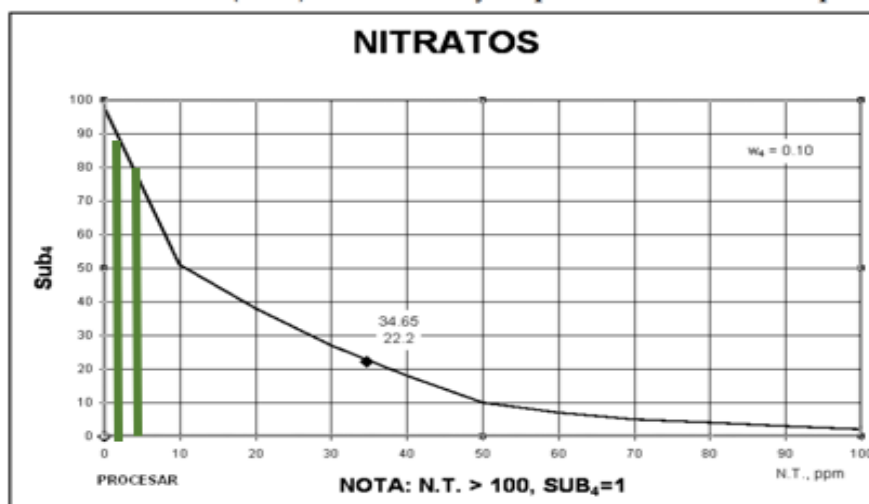


Figura 33. Valores de nitratos registrados en el punto C
Fuente: Autor, 2024

En la figura 34, para los fosfatos tuvimos en marea alta el valor de 0,75 PO4 y en marea baja 0,91 PO4 respectivamente, por lo cual están dentro de un agua “regular”.

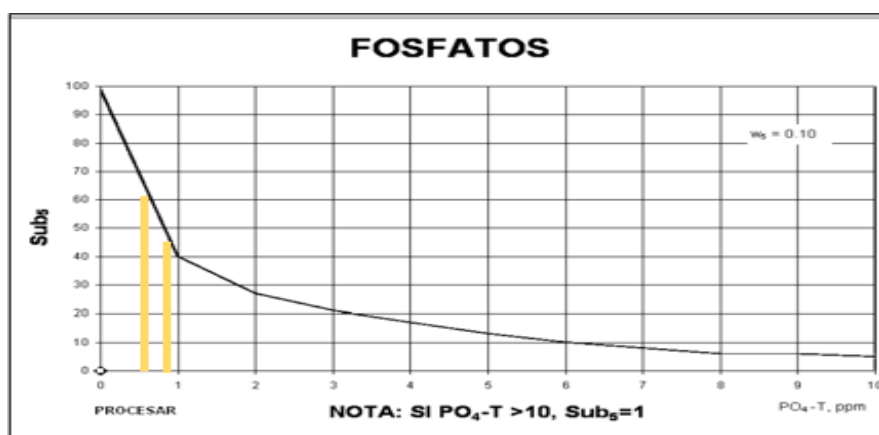


Figura 34. Valores registrados de fosfatos
Fuente: Autor, 2024

Figura 35, el cambio de temperatura estuvo dentro del 0,96 en marea alta y 1,00 en marea baja, debido a esto en este parámetro el agua se la caracteriza como “buena”.

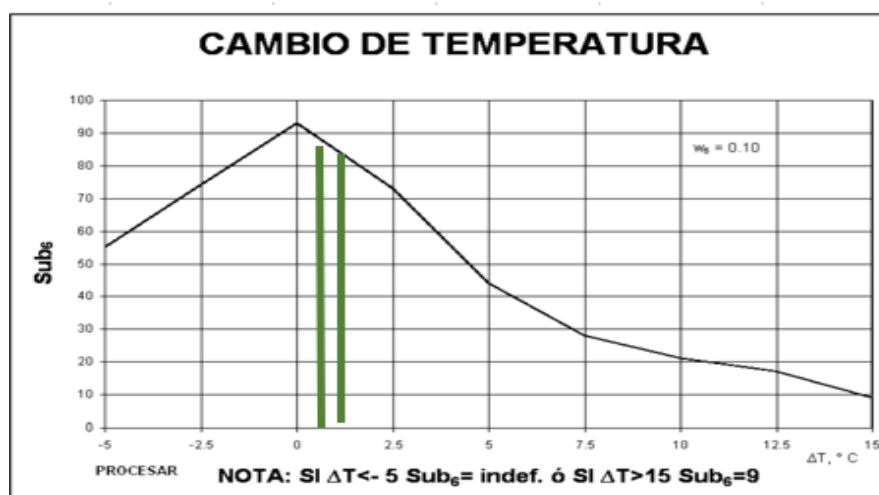


Figura 35. Valores de variación de temperatura registrados en el punto C
Fuente: Autor, 2024

Turbidez en este caso el agua se la caracterizó como “regular” debido a que en marea alta se encontró en 59 UNT y en marea baja 57 UNT, como se observa en la figura.

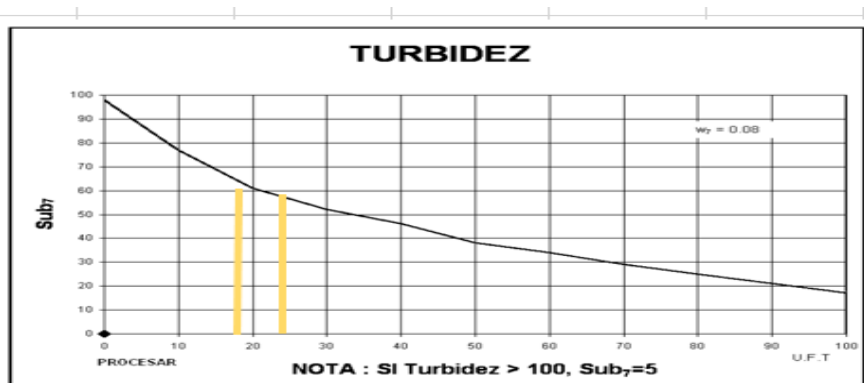


Figura 36. Turbidez registrada en el punto C
Fuente: Autor, 2024

Sólidos totales suspendidos en ambas mareas resultó un valor arriba de Sub8 78 en el cual nos da la clasificación de agua “buenas”, como se observa en la figura.

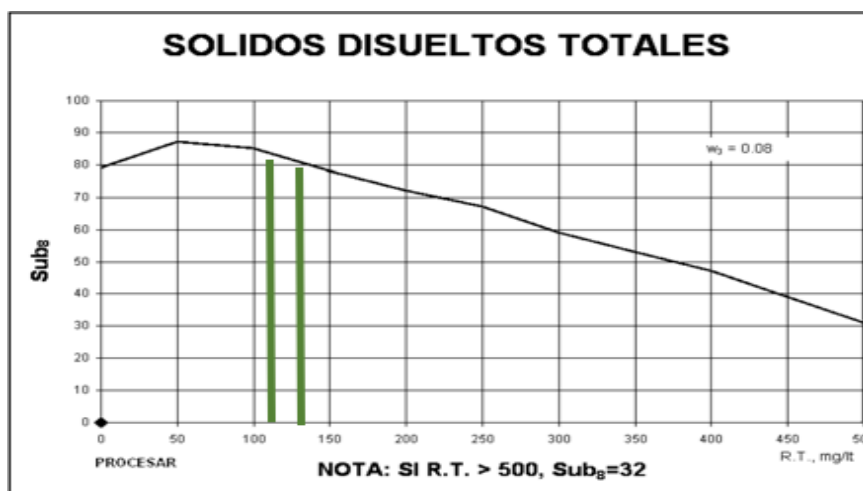


Figura 37. Valores registrados de Sólidos totales
Fuente: Autor, 2024

Figura 38, el oxígeno disuelto también clasificó en aguas “buenas” ya que en marea alta y baja están arriba de 80 según la tabla guía.

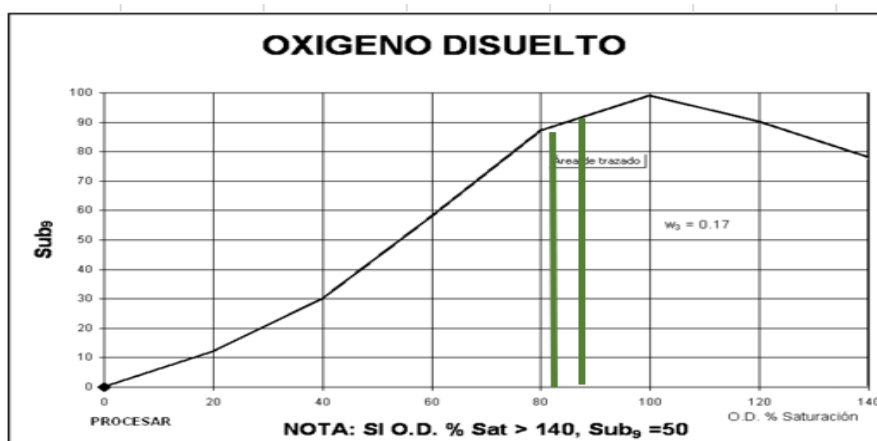


Figura 38. Valores de Oxígeno disuelto
Fuente: Autor, 2024

8.2.4 Punto D

Figura 39 los coliformes fecales en este punto se reportó que en marea alta el índice estuvo en 59 UFC, por otro lado, para marea baja su índice fue que es perteneciente a aguas 55 UFC, por lo tanto, se clasifican como aguas “regulares”.

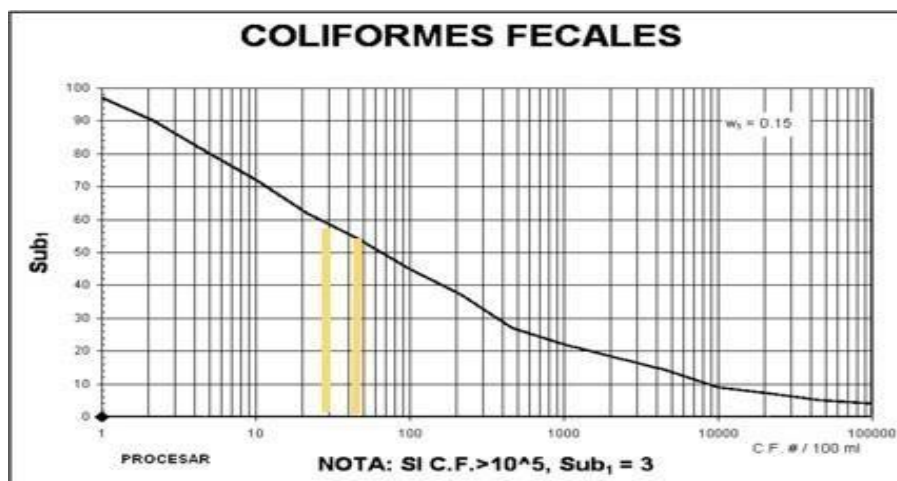


Figura 39. Valores establecidos de coliformes totales encontrados en el punto D
Fuente: Autor, 2024

En base al pH en marea alta el dato fue de 8,7 que es característico de un agua regular, mientras que para marea baja el pH fue de 8,00 que lo sube a “buena” dentro de los índices ICA, como se observa en la figura 40.

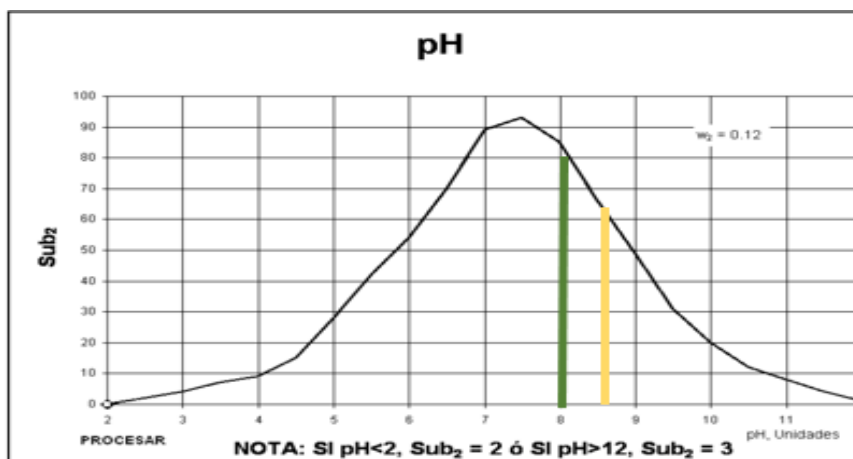


Figura 40. Valores de pH establecidos en el punto D
Fuente: Autor, 2024

Figura 41, para el DBO5 no existió una diferencia significativa entre las dos mareas, por lo cual el resultado fue de 42 como índice y su caracterizó como “regular”.

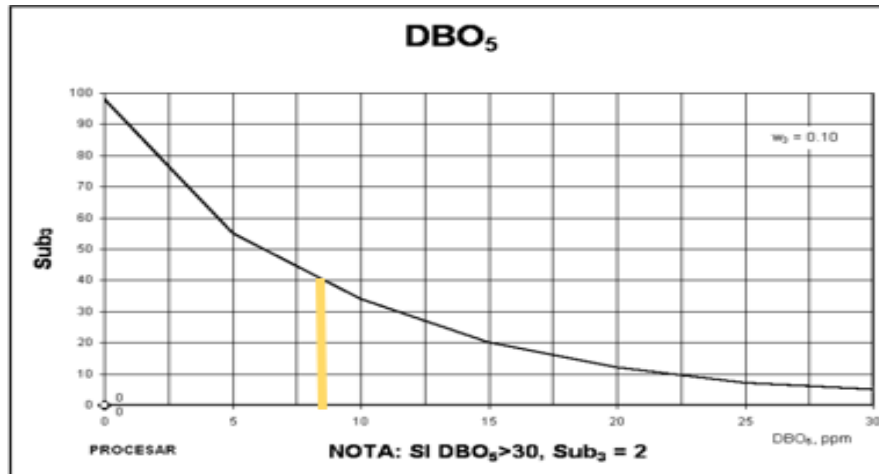


Figura 41. Valores DBO5 en el punto D
Fuente: Autor, 2023-2024

Figura 42, para nitratos en marea alta fue de 87 mg/l por lo tanto entra en “buena” y para marea baja se registró el valor de 68 mg/l y se la caracterizó “regular”.

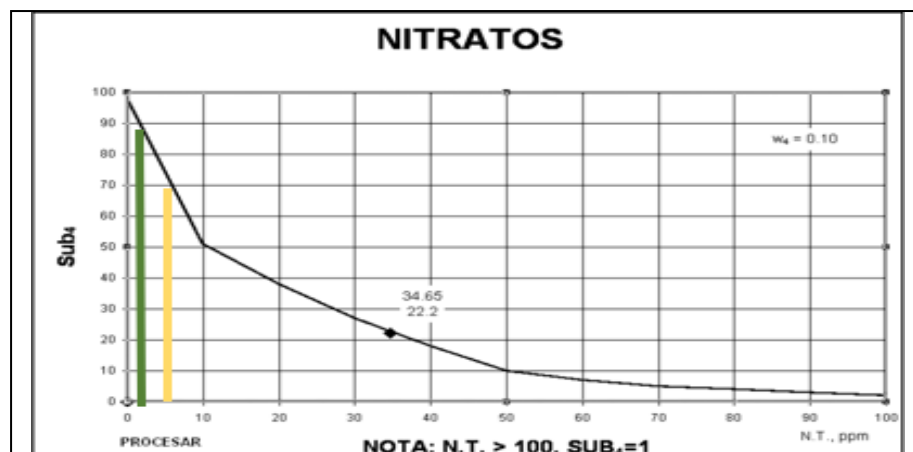


Figura 42. Nitratos registrados en el punto D
Fuente: Autor, 2023-2024

Figura 43, los fosfatos en marea alta su índice fue “malo” debido a que su resultado fue de 27, por otro lado, en marea baja su índice fue de 32, que también se consideró como “malo”.

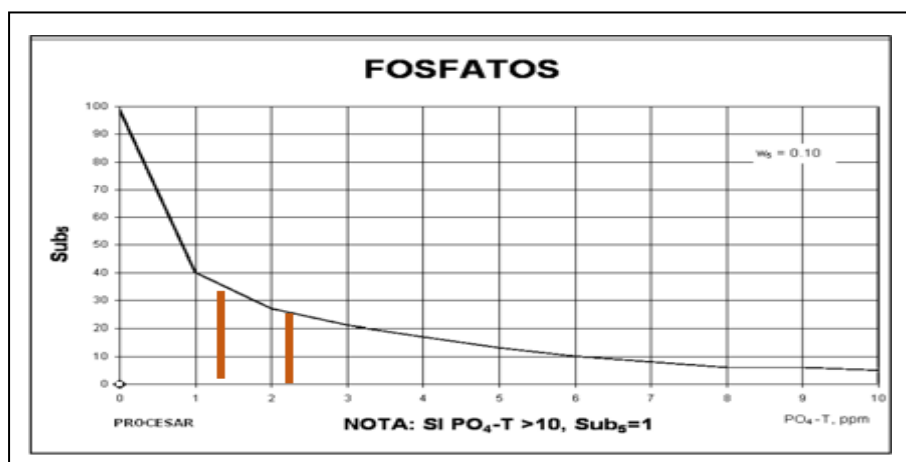


Figura 43. Fosfatos registrados en el punto D
Fuente: Autor, 2024

Figura 44, la temperatura a pesar de que se caracteriza como “buena”, en marea baja se obtuvo una diferencia de 1,3°C y en marea baja de 2,1 °C.

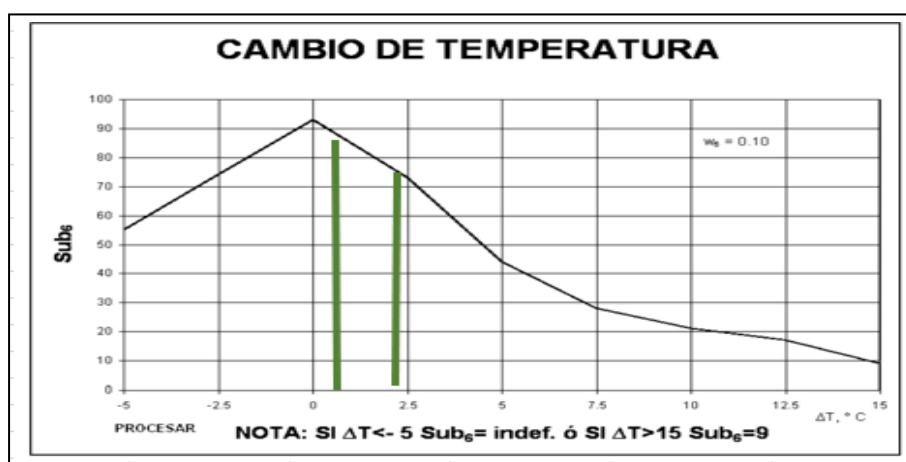


Figura 44. Valores de temperatura registrados en el punto D
Fuente: Autor, 2024

Figura 45, la turbidez en ambas mareas se tuvo una pequeña diferencia de resultados siendo esta de 5 UNT, por lo cual este parámetro se clasifico como “regular”, ya que su índice estuvo <60.

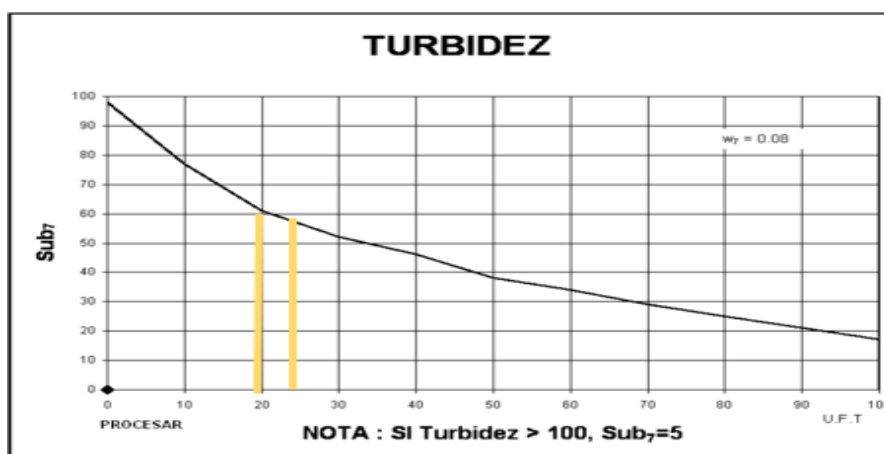


Figura 45. Turbidez registrada en el punto D
Fuente: Autor, 2024

Figura 46, los sólidos totales suspendidos se registró su índice arriba de 70 debido a que su valor fue de 165 mg/L para marea alta y de 157 mg/l en marea baja.

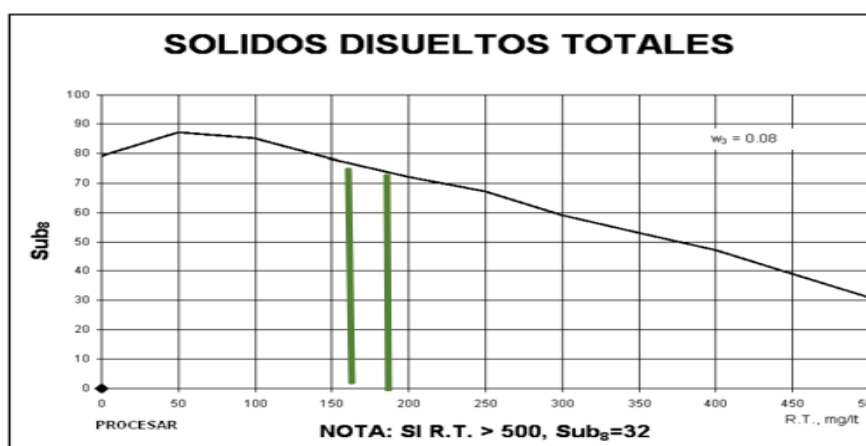


Figura 46. Valores de solidos disueltos registrados en el punto D
Fuente: Autor, 2024

Para finalizar la figura 47, el oxígeno disuelto en este punto se lo catalogó como “mala” debido a que si índice ICA no fue mayor de 50.

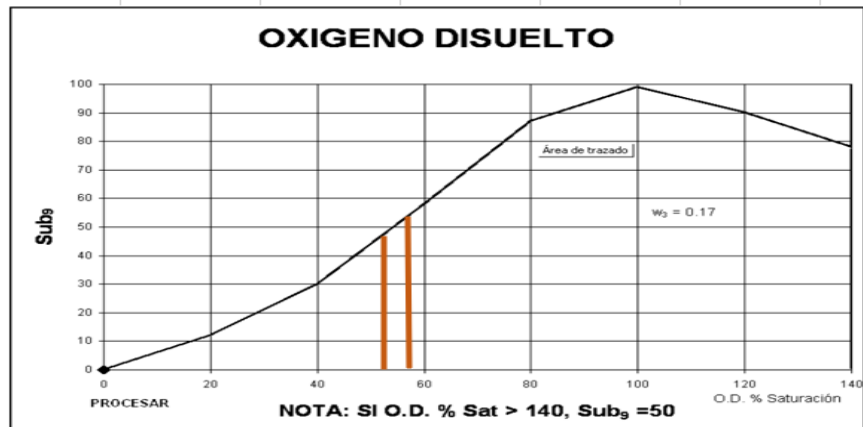


Figura 47. Oxígeno disuelto registrado en el punto D
Fuente: Autor, 2024

8.3 Determinación de Coliformes fecales

En cuanto a la presencia de coliformes fecales, se registró la presencia de estas bacterias en los cuatro puntos muestreados, en el punto A debajo del puente vía Punta Carnero donde más se observó la presencia de coliformes totales con $4,45E+02$ UFC/ml en marea baja y en marea alta un $3,29E+0302$ UFC/ml, debido a que hay un mayor impacto de residuos biológicos en descomposición, desperdicios de comida y desechos bajo la conducción humana.

Para el punto B ubicado cerca de las piscinas de sal ocupa el segundo lugar $2,97E+02$ UFC/ml en marea baja, con mayor de cantidad de bacterias en este lugar se encontró un agua de tonalidad verde y también un vertedero de desechos no

biológicos (sacos de yute, fundas de basura, plásticos, latas y envases de bebidas) y para marea alta $1,65E+02$ UFC/ml mostrando una menor cantidad de coliformes;

En el punto C que se encontraba entre el puente y las piscinas de oxidación en marea baja debido se reportó valores de $2,77E+02$ UFC/ml en donde se tomó en cuenta que este pequeño estrecho sirve de albergue para organismos como camarones, peces y cangrejos que son atrapados por gente de lugar, siendo así se logró encontrar hilos de pesca, redes, cañas y baldes de plástico en descomposición al contrario en marea alta tuvimos un valor de $1,53E+02$ UFC/ml y finalmente en el punto D que está cerca de las piscinas de oxidación fue donde se encontraron menos bacterias $1,21E+02$ UFC/ml en marea baja y $1,70E+02$ UFC/ml para marea alta, en este sitio la tonalidad del agua fue de un color rojizo-verde y como parte de la contaminación se halló resto des fundas plásticas.

Para la obtención de los resultados en los primeros gráficos se los clasificó en base al promedio de los datos obtenidos por puntos de muestreo de cada parámetro y por marea alta y baja, los cuales estuvieron representados por gráficos de barras:

En el caso de coliformes totales en los meses de muestreo, el resultado del punto A en marea alta fue elevada de estas bacterias siendo $3,29E+03$ UFC/ml en comparación con las demás estaciones y el valor más bajo fue de $1,21E+02$ en el punto D en marea baja, 48.

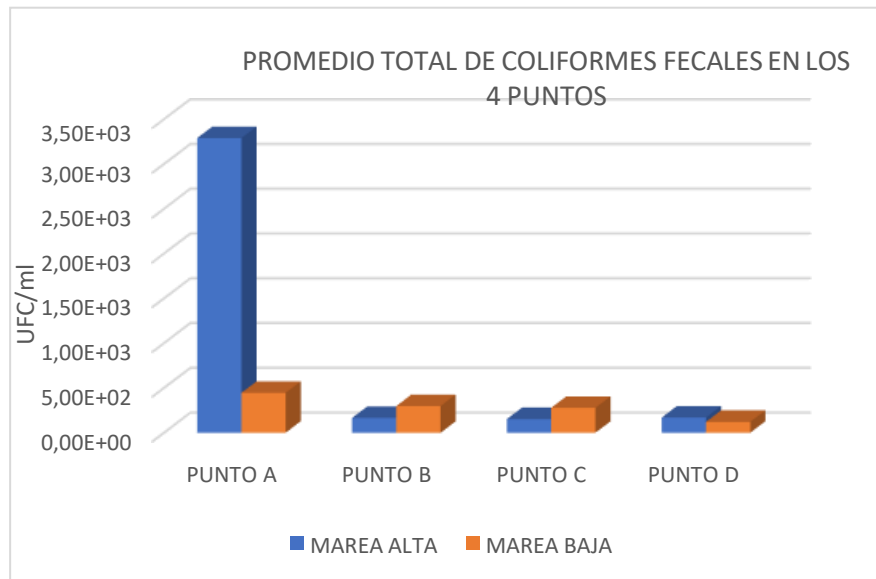


Figura 48. UFC de coliformes encontrados en los diferentes puntos de estudio
Fuente: Autor, 2024

Figura 49, los nitratos tenemos en el punto D con una concentración de 1,4 NO₃ en marea baja y el más bajo 0,31375 NO₃ para el punto C en marea alta.

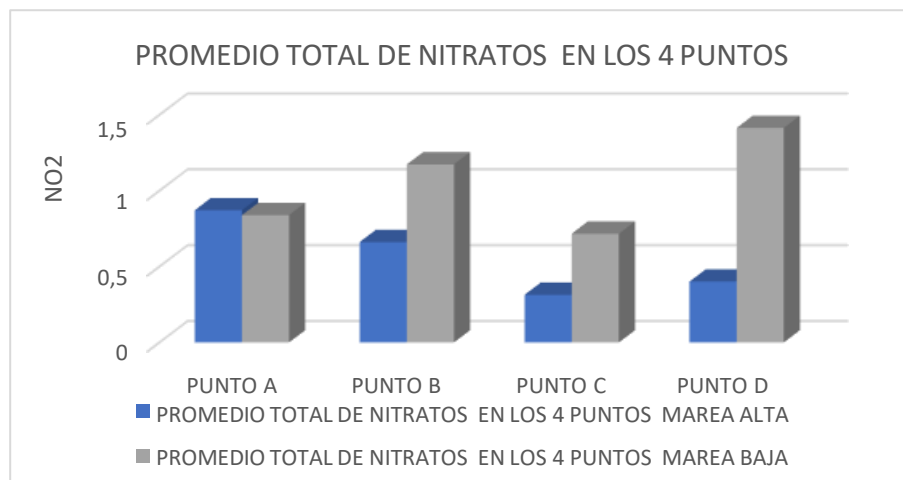


Figura 49. Nitratos obtenidos por punto de muestreo
Fuente: Autor, 2024

En el caso del fosfato los valores no tuvieron mucha diferencia entre los 4 puntos muestreados, aun así, el valor más alto lo obtuvo el punto A en marea alta con 3,4 PO₄ y el valor más bajo se lo encontró en el punto C en marea alta siendo este 0,75 PO₄, como se observa en la figura 50.

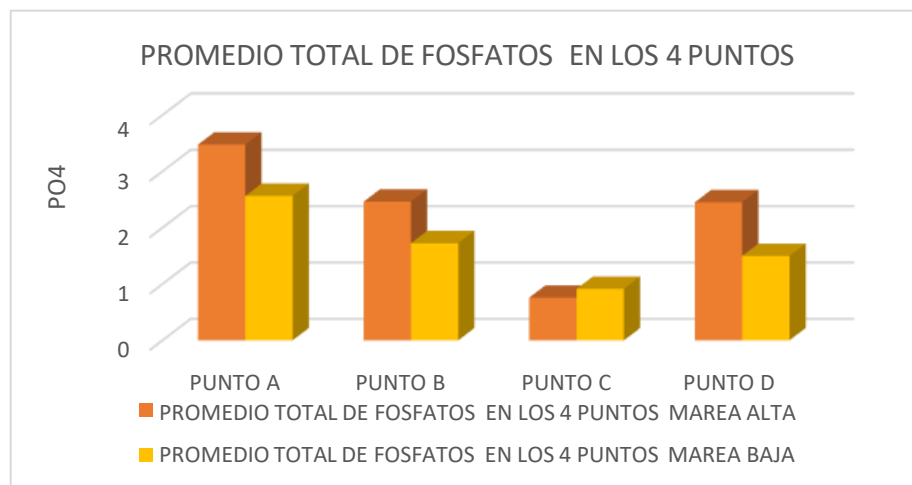


Figura 50. Fosfatos por punto de muestreo
Fuente: Autor, 2024

Figura 51, el valor más alto con respecto a la demanda biológica de oxígeno se dio para el punto A en marea baja con un valor de 20,5 mg O₂/l y el más bajo fue 9,2 mg O₂/l que se mantuvo en marea alta y baja para el punto D.

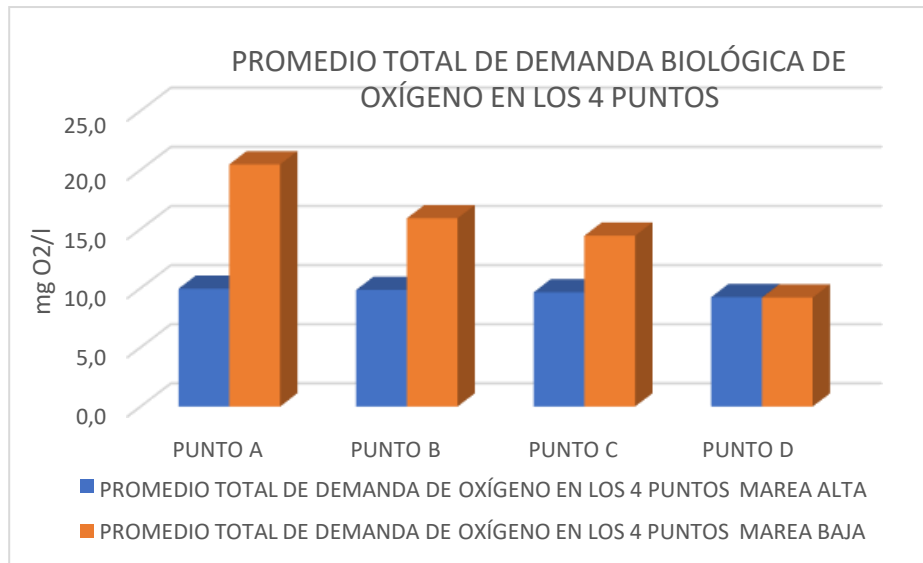


Figura 51. DBO5 por punto de muestreo
 Fuente: Autor, 2024

En el parámetro de sólidos totales suspendidos las variaciones tuvieron como resultado más alto el del Punto D 165,7 mg/l en mares alta y el valor más bajo le corresponde al punto A en marea baja con 54,8 mg/l como se observa en la figura 52.

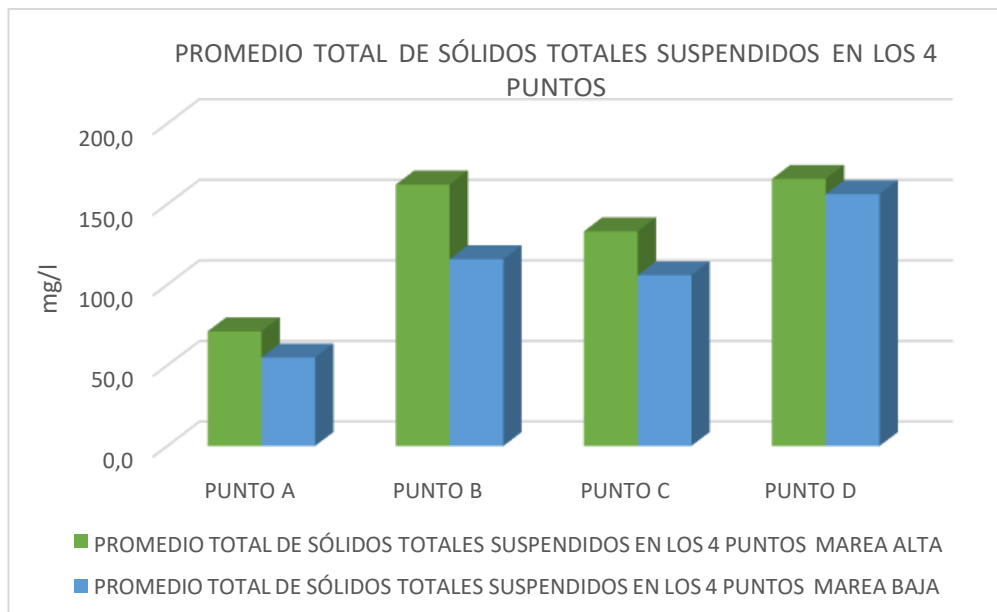


Figura 52. Valores de oxígeno disuelto por punto.
 Fuente: Autor, 2024

Figura 53, la temperatura se mantuvo dentro de un rango de 20 a 25 °C durante los meses de muestreo en los cuatro puntos.

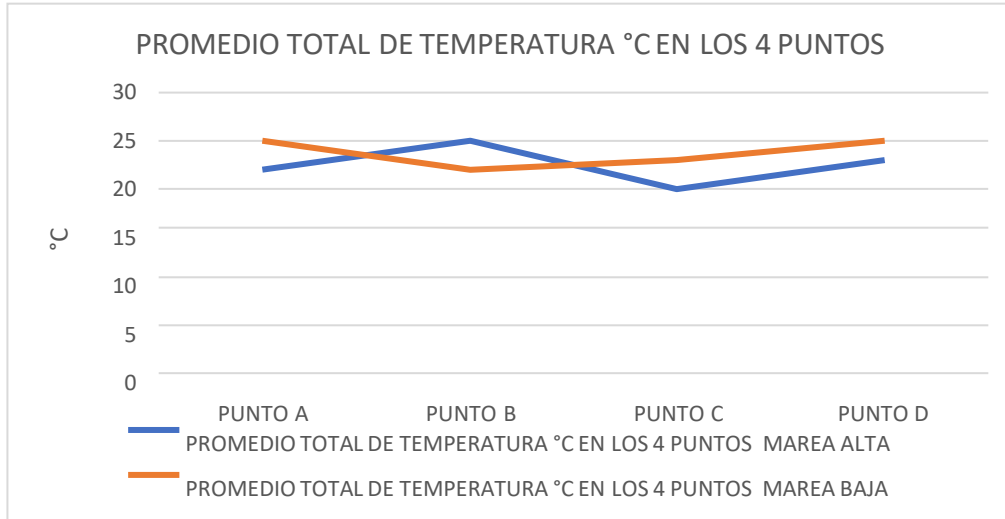


Figura 53. Niveles de temperatura registradas en los 4 puntos
Fuente: Autor, 2024

Para el parámetro del pH durante las tomas de las muestras se mantuvo dentro los 7,4 a 8 en los diferentes puntos, como se observa en la figura 54.

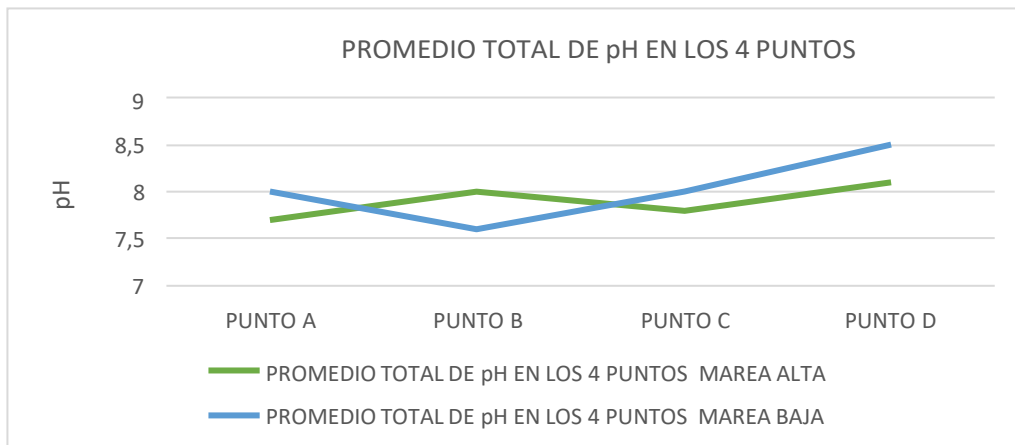


Figura 54. Valores de pH registrados por punto
Fuente: Autor, 2024

9 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Discusión

Según Seminario en su estudio realizado en 2022 indica que existe influencia del nivel de acidez del agua sobre la diversidad de macroinvertebrados, además que el potencial de hidrogeno que se registró en las zonas de estudio mostró valores entre 8, 8.5 y 9, los mismos que se encuentran admitidos según la normativa del Acuerdo ministerial 097-A (2015), donde se menciona que el rango de los valores permisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas marinas y de estuarios está entre 6.5 y 9.5, mientras que, para fines recreativos mediante contacto primario como buceo, natación y baños medicinales el rango se encuentra entre 6, 5-8, 3 (097-A, 2015).

Para el parámetro pH analizado durante las tomas de las muestras se mantuvo dentro los 7,4 a 8 en los diferentes puntos. Las mediciones de pH se toman en una escala de 0 a 14, considerándose neutro un valor de 7,0. Las soluciones con un pH inferior a 7,0 se consideran ácidas. Las soluciones con un pH entre 7,0 y 14,0 se consideran básicas o alcalinas. El nivel de acidez del agua afecta a todos los

organismos y funcionan mejor dentro de un cierto rango como indica el Acuerdo ministerial 097-A (2015).

En cuanto a la presente investigación en los 4 puntos de muestreo el valor más alto con respecto a la demanda biológica de oxígeno se dio en el punto A donde en marea baja obtuvo un valor de 20,5 mg O₂/l y el más bajo fue 9,2 mg O₂/l, mismo que se mantuvo en marea alta y baja.

Para el punto D, en cuanto a la estimación de los rangos ICA nos indica que los valores dados determinan el grado de contaminación del agua por ejemplo el valor 9,2 mg O₂/ l, asimismo, en el análisis realizado con tira reactiva en el Punto A presentó un color gris, indicando que es una fuente de agua pésima para el consumo y contacto, coincidiendo con los estudios realizados por Hurtado & Rodriguez, donde mencionan que en el análisis de calidad de agua realizado al Estero Punta Carnero presenta valores por encima del máximo permisible establecido por la Constitución de la República del Ecuador

Según Paucar (2023) los análisis realizados durante la fase in situ de su estudio a lo largo del río Jubones, cantón El Guabo, señaló que la temperatura asciende de manera poco significativa entre los cuatro puntos de muestreo. Sin

embargo, tanto el P3 y P4 presentan el mismo valor de 23,9°C. A su vez, el OD en el P1 y P2 presenta un comportamiento ascendente, siendo 6,81 mg/L en el P1 y 8,03 mg/L en el P2. Por otro lado, el P3 y P4 reflejan un comportamiento descendente con un valor de 6,12 mg/L en el P3 y 4,50 mg/L en el P4. Con respecto al pH, todos poseen un valor casi neutro con una pequeña variabilidad en los todos los puntos. Por último, los STD no registran datos similares en el P1, P2, P3 y P4; siendo el P2 que posee mayor concentración de STD con un valor de 150.33 mg/ l, concordando con los valores obtenidos en el presente estudio donde se corroboró que la temperatura tiende a mantenerse dentro de un mismo rango dentro de los diferentes puntos de muestreo, manteniéndose entre 20 – 24° C.

Uno de sus parámetros fundamentales valorados en el ICA para medir la calidad de agua consiste en analizar la contaminación por medio de la cantidad de coliformes fecales, aunque en épocas lluviosas no se hallen en gran cantidad en aguas dulces o salinas han sido de estudio guía para relacionar la calidad de estas vertientes y poner en conocimiento a las entidades interesadas, esto nos menciona Carrillo & Urgilés en su estudio realizado en 2016, en nuestro estudio la cantidad de coliformes fecales fue determinante para analizar cuál el punto con mayor contaminación, esto se pudo comprobar con la poca diversidad de especies, la cantidad de algas y los desechos encontrados.

9.2 Conclusiones

- Según el análisis de la calidad de agua realizada al Estero de Punta Carnero, se estableció que posee una calidad regular, sirve de hábitat de pocas especies y aumentan las algas y los desechos que aumentan, importantes en la contaminación del lugar.
- El análisis hecho a las muestras según parámetros físicos, químicos y microbiológicos determina que estas aguas no se recomiendan para uso agrícola o de riego ni para la acción humana como la natación.
- En los cuatro puntos muestreados el análisis para determinar el grado de contaminación fue el de coliformes fecales en marea baja y alta, obteniendo resultados para el punto A es superior al resto porque es entrada y salida de marea por lo que se encuentra con mayor impacto de residuos biológicos, pueden ser animales en descomposición, desperdicios de comida, bajo la conducción humana, el punto B se ubica en el segundo lugar en marea baja, y más bacterias se encuentra cerca de un vertedero de basura traída por la marea baja.
- En todo el ensayo, concluimos que el punto A presenta la mayor carga bacteriana con respecto a coliformes fecales, siendo el primero con contacto a turistas, a los desechos y el que permite el paso de las corrientes según la marea baje o suba.

9.3 Recomendaciones

- Realizar más estudios pertinentes en base a la calidad de agua (ICA), debido que en el estero Punta Carnero da acogida a turistas y locales.
- Realizar planes estratégicos en conjunto a entidades gubernamentales para la mejorar la calidad de agua presente en el lugar.
- Dar llamado a entidades responsables para la limpieza y retiro de animales en descomposición.
- Efectuar una investigación al agua que baja de la represa Velasco Ibarra y se conecta al estero, debido a su tonalidad rojiza y olor sulfuroso.
- Analizar más sectores del estero en base a coliformes fecales para reducir el riesgo de enfermedades.
- Implementar señalización y espacios donde se pueda depositar los desechos biológicos y no biológicos para evitar el aumento de contaminantes presentes en el estero.

10. BIBLIOGRAFÍA

3M. (2023). *SIEMBRA DE COLIFORMES*.

Apracom. (2020). *Compact Dry CF- Coliformes*. Compact Dry CF- Coliformes:

<https://apracom-ec.com/producto/compact-dry-cf-coliformes/>

APRACOM. (2020). *Compact Dry CF- Coliformes*. Compact Dry CF-

Coliformes: <https://apracom-ec.com/producto/compact-dry-cf-coliformes/>

Aquanova. (abril de 2020). *¿QUÉ ES LA DBO Y DQO? ¿QUÉ ES LA DBO Y*

DQO?: <https://www.aquanova.es/2020/04/que-es-el-dbo-y-dqo/>

Agreda, A. (2019). Cartilla de identificación de aves acuáticas del Canal de Jambelí, Golfo de Guayaquil, provincia del Guayas. Aves y Conservación, Ministerio del Ambiente y Municipio de Naranjal, Guayaquil, Ecuador. Pp. 42.

Carrillo, M., y Urgilés, P. (2016). Determinación del Índice de calidad de agua

ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig. *Cuenca: Universidad de Cuenca*.

ESTAURIO, D. (8 de agosto de 2020). *HOJA INFORMATIVA*. HOJA

INFORMATIVA: [https://estuario.org/wp-](https://estuario.org/wp-content/uploads/2020/08/Informacion-general-de-bacterias-fecales.pdf)

[content/uploads/2020/08/Informacion-general-de-bacterias-fecales.pdf](https://estuario.org/wp-content/uploads/2020/08/Informacion-general-de-bacterias-fecales.pdf)

Extension, P. (5 de septiembre de 2023). *Bacterias Coliformes*. Bacterias

Coliformes: <https://extension.psu.edu/bacterias-coliformes>

FAQ. (2017). Obtenido de calidad de agua. *Lenntech*.

<https://doi.org/https://www.lenntech.es/faqcalidadagua.htm#:~:text=%c2>

[%bfqu%c3%a9%20factores%20determinan%20calidad%20del,](https://doi.org/https://www.lenntech.es/faqcalidadagua.htm#:~:text=%c2)

[de%20la%20presencia%20de%20fertilizantes.](https://doi.org/https://www.lenntech.es/faqcalidadagua.htm#:~:text=%c2)

Gómez, J. (2016). Evaluación de la calidad del agua en las playas turísticas del puerto Colombia, Atlántico.

guemisa. (2016). *Oxígeno Disuelto*. Oxígeno Disuelto:

https://guemisa.com/articulos/que%20es%20oxigeno_disuelto.pdf

HACH. (2023). *Fósforo*. Fósforo: <https://es.hach.com/parameters/phosphorus>

HACH. (2023). *Sólidos (totales y disueltos)*. Sólidos (totales y disueltos):

<https://es.hach.com/parameters/solids>

Hurtado Domínguez, L., y Rodríguez Condoy, M. (2007). Estudio de capacidad de carga de la playa Punta Carnero del cantón Salinas y propuesta para mejorar su desarrollo turístico (Bachelor's thesis).

Haase, B.J.M. (2011) Aves marinas de Ecuador continental y acuáticas de las piscinas artificiales de Ecuasal. Aves & conservación, Birdlife en Ecuador y Ecuasal C.A. financiado por ecuatoriana de sal y productos químicos S.A.(Ecuasal), Actas para la conservación de aves migratorias neotropicales del servicio de vida silvestre de los estados unidos y, el servicio de vida silvestre de Canadá. Guayaquil. Ecuador. Pp.170.

INDUANALISIS. (04 de junio de 2019). *DBO Y DQO*. DBO Y DQO:

https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Lenntech. (2019). *Turbidez*. Turbidez: <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>

LENNTECH. (2023). *Nitratos*. Nitratos: <https://www.lenntech.es/nitratos.htm>

León, J. (2021). Los mares de Ecuador a la deriva. *Gk*.

Madrid, U. C. (2015). *DESCRIPCIÓN DE INDICADORES*. DESCRIPCIÓN DE INDICADORES: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-Temperatura%20f26.pdf>

MICROCLAR. (2018). *Nitrato*. Nitrato: <https://www.microclar.com/es/divisiones/an%C3%A1lisis-de-agua/nitrato>

Monsalve, G. (2018). Análisis de la calidad de agua de mar y su relación con la infraestructura asociada a la actividad minera en la región de Antofagasta, entre los años 1990-2015.

Naturales., M. d. (2019). *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA"*. El Salvador.

Paucar C., e. a. (2023). *Aplicación del índice de calidad del agua (ICA) caso de estudio: río jubones*, El Guabo.

PURE. (2019). *Que es el pH del agua*. Que es el pH del agua: <https://purewater.com.co/que-es-el-ph-del-agua/>

S, C. (2016). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF*.

SEMARNAT. (2016). *CALIDAD DE AGUA*. CALIDAD DE AGUA: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/06_agua/cap6_3.html#:~:text=Aun%20cuando%20no%20se%20considera,et%20al.%2C%201998

Seminario, A. E. (2022). *INFLUENCIA DE LA CALIDAD DE AGUA SOBRE LA DIVERSIDAD DE*. Santa Elena.

SET. (2022). *MINISTERIO DE AGUAS TERRITORIALES DE COLOMBIA*. SET

: <https://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

SOSTENIBLE, M. D. (2016). *INDICADORES*. INDICADORES:

<http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1#:~:text=%C3%8Dndice>

%20de%20calidad%20de%20Agua,humano%20independiente%20de%20

su%20uso.

11. ANEXOS



Figura 55. Puntos de muestreo establecidos: Punto A (Ubicado en -2.289861, -80.911898 salida y entrada del estero playa Punta Carnero.); Punto B (ubicado en -2.290185, -80.910697 salida hacia el mangle y desembocadura de contaminantes de laboratorios y casas aledañas.); Punto C (Ubicado en -2.289045, -80.910706, en el lugar se encuentra presencia de desechos sólidos debido a que pasa cerca piscina de sal de obtención de sal) y punto D (Ubicado en -2.292641, -80.910610, los contaminantes pasan por lagunas de oxidación.)

Fuente: Autor, 2024



Figura 55. Toma de muestras con el disco secchi para turbidez

Fuente: Autor, 2024



Figura 56. Toma muestras para análisis

Fuente: Autor, 2024



Figura 57. Toma muestras para análisis

Fuente: Autor, 2024

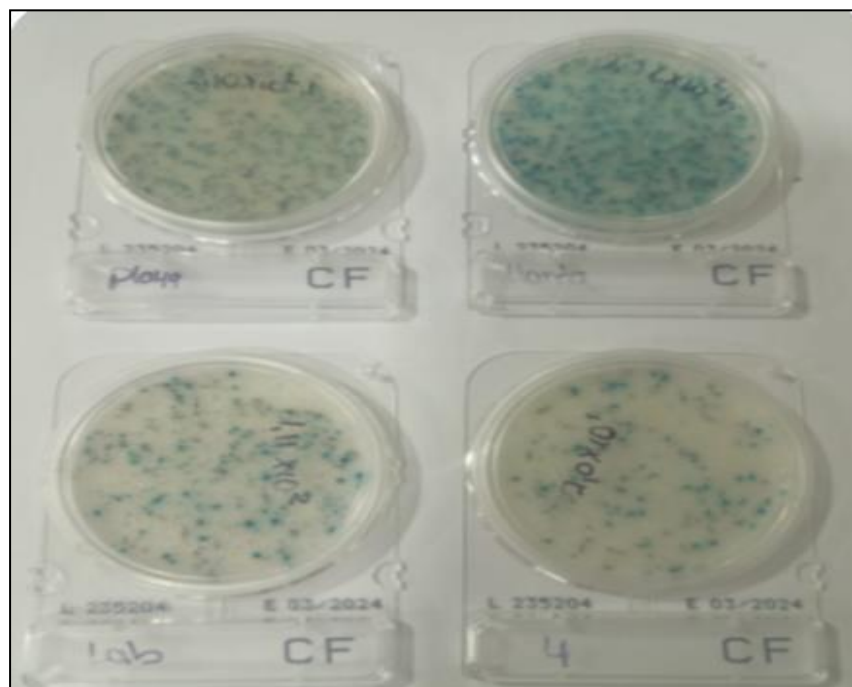


Figura 58. Siembra de las muestras para la detección de coliformes

Fuente: Autor, 2024