UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES EN LA ZONA SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA COLES – ILO”

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. ROSA ANGELICA GIRÓN CUADROS

ASESOR:

Dr. HEBERT HERNÁN SOTO GONZALES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2025

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Folio Nº 070

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

Resolución de concejo de facultad N°196-2025-CF-FAIN-UNAM

Fecha: 24/10/2025

III. El jurado ha dictaminado la (el) Tesis, TITULADO:

Estructura de la Comunidad Fitoplactónica y su relación con variables ambientales en la zona submareal de la reserva Nacional de Punta Coles - Ilo

Bachiller: Rosa Angélica Girón Cuadros

Asesor Principal: Dr. Hebert Hernan Soto Gonzales

Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: Aprobado por Unanimidad la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 13:10 horas, del 24 de octubre del año 2025 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente

Juan Luis Ccamapaza Aguilar
Primer Miembro

José Luis Ramos Tejada
Segundo Miembro

Rosa Angelica Girón Cuadros
Bachiller

DEDICATORIA

A mi madre y hermana por su apoyo constante y por ser mi mayor inspiración en cada paso de mi vida. Su confianza y cariño me impulsaron a seguir adelante. A Ernesto Girón, quien me acompaño con afecto y guía, aunque hoy no esté presente, su recuerdo y enseñanzas permanecen vivos en mí y en cada uno de mis logros. Ya mí misma, por mantenerme firme a pesar de las dificultades y por creer en mis capacidades. Este logro es el resultado de mi perseverancia y esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darme la fortaleza de continuar, la fe para no rendirme y la oportunidad de ver cumplido una meta más.

- A mi alma máter, la Universidad Nacional de Moquegua, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por los conocimientos adquiridos durante mi formación académica.

- A mi asesor, Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales, por su orientación, paciencia y valiosos aportes durante la elaboración de la presente tesis. Agradezco su tiempo, confianza y apoyo en cada etapa del proceso.

- Al Blgo. Danny Baldarrago y Blgo. José Huamaní, por su valiosa colaboración, disposición y por compartir sus conocimientos en la elaboración de los mapas de contorno y el análisis cuantitativo del fitoplancton.

- Al grupo de investigación BIOMIB, y al proyecto “Estructura oceanográfica, ecológica y molecular de la biodiversidad submareal de la Reserva Nacional de Punta de Coles, para su manejo sostenible”, aprobado mediante Resolución de Comisión Organizadora N” 217-2023-UNAM, liderado por el Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales, por haber financiado todo el desarrollo de la presente tesis.

RESUMEN

El fitoplancton es una de las comunidades clave en los ecosistemas marino-costeros, debido a su función como productores primarios dentro de las redes tróficas, donde su composición y abundancia son susceptibles a cambios ambientales provocados por actividades antrópicas y causas naturales. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la estructura de la comunidad fitoplanctónica y su relación con las variables ambientales del ecosistema marino costero de la Reserva Nacional de Punta Coles durante las estaciones de primavera 2023 y otoño 2024. Se realizaron muestreos de campo para el fitoplancton y variables ambientales en 15 estaciones a dos niveles de profundidad (superficie y fondo). Se cuantificaron las muestras fitoplanctónicas mediante un microscopio invertido con el método de Utermohl, así como la identificación taxonómica en un microscopio compuesto. Los resultados indicaron variables ambientales estables, sin embargo, algunas presentaron cambios entre las estaciones climáticas, comportándose en función a la ubicación y la influencia de eventos de corrientes y masas de agua. La composición total del fitoplancton estuvo conformada por 102 taxones de Bacillariophyta, 39 taxones de Miozoa y 2 taxones de Dictyochophyta. Para ambas estaciones climáticas, la riqueza de especies fue dominado por el grupo de Bacillariophyta seguido de Miozoa. La abundancia del fitoplancton estuvo dominada por el grupo Bacillariophyta para ambas estaciones. Se presentó una diversidad moderada, siendo el valor promedio de 2,45 en la estación primavera y 2,84 en la estación otoño. Las variables ambientales que se asociaron principalmente con la estructura fitoplanctónica fueron temperatura, salinidad, transparencia y nutrientes.

Palabras claves: Comunidad fitoplanctónica, variables ambientales, Reserva Nacional de Punta Coles.

ABSTRACT

Phytoplankton is one of the key communities in marine-coastal ecosystems due to its role as primary producers within food webs, where its composition and abundance are susceptible to environmental changes caused by anthropogenic activities and natural causes. In this regard, the present study aimed to determine the structure of the phytoplankton community and its relationship with environmental variables in the coastal marine ecosystem of the Punta Coles National Reserve during the spring 2023 and fall 2024 seasons. Field sampling for phytoplankton and environmental variables was carried out at 15 stations at two depths (surface and bottom). Phytoplankton samples were quantified using an inverted microscope with the Utermohl method, and taxonomic identification was performed using a compound microscope. The results indicated stable environmental variables; however, some showed changes between seasons, behaving according to location and the influence of currents and water masses. The total phytoplankton composition consisted of 102 Bacillariophyta taxa, 39 Miozoa taxa, and 2 Dictyochophyta taxa. For both seasons, species richness was dominated by the Bacillariophyta group, followed by Miozoa. Phytoplankton abundance was dominated by the Bacillariophyta group in both seasons. Diversity was moderate, with an average value of 2.45 in spring and 2.84 in autumn. The environmental variables most closely associated with phytoplankton structure were temperature, salinity, transparency, and nutrients.

Key words: Phytoplanktonic community, environmental variables, Punta Coles National Reserve.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. Descripción y formulación del problema 3
1.2. Objetivos 5
1.2.1. Objetivo general 5
1.2.2. Objetivos específicos 5
1.3. Justificación e importancia 6
1.4. Hipótesis 7
1.4.1. Hipótesis de investigación (Hi) 7
1.4.2. Hipótesis nula (Ho) 7
1.5. Variables 7
1.5.1. Variable 1 7
1.5.2. Variable 2 7
II. MARCO TEÓRICO 9
2.1. Antecedentes 9
2.1.1. Antecedentes Internacionales 9
2.1.2. Antecedentes Nacionales 14
2.1.3. Antecedentes Locales 19
2.2. Bases Teóricas 20
2.2.1. Fitoplancton 20
2.2.2. Principales grupos taxonómicos del fitoplancton 21
2.2.3. Factores ambientales reguladores de la comunidad de fitoplancton 23
2.2.4. Importancia del fitoplancton como indicador biológico 24
2.2.5. Variables ambientales del agua 26
2.3. Definición de términos 31
III. METODOLOGÍA 33
3.1. Tipo y nivel de investigación 33
3.1.1. Tipo de investigación 33
3.1.2. Nivel de investigación 33
3.2. Ámbito temporal y espacial 33
3.2.1. Ámbito temporal 33
3.2.2. Ámbito espacial 34
3.3. Población y muestra 35

3.3.1. Población *35*
3.3.2. Muestra *35*
3.4. Instrumentos 35
3.4.1. Para el muestreo de fitoplancton *35*
3.4.2. Para el análisis de muestras fitoplanctónicas *36*
3.4.3. Para la evaluación de variables ambientales del agua *37*
3.5. Procedimientos 38
3.5.1. Muestreo de fitoplancton *38*
3.5.2. Evaluación in situ de variables ambientales del agua *40*
3.5.3. Análisis de muestras fitoplanctónicas *42*
3.6. Análisis de Datos 45
3.6.1. Composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica *45*
3.6.2. Variables ambientales del agua *47*
3.6.3. Relación de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales *47*
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 49
4.1. Resultados 49
4.1.1. Composición taxonómica del fitoplancton *49*
4.1.2. Abundancia de la comunidad de fitoplancton *53*
4.1.3. Índices ecológicos de diversidad *57*
4.1.4. Variables ambientales del agua *61*
4.1.5. Análisis de las variables bióticas y abióticas *70*
4.2. Discusión 74
4.2.1. Composición taxonómica del fitoplancton *74*
4.2.2. Abundancia fitoplanctónica *76*
4.2.3. Diversidad del fitoplancton *78*
4.2.4. Variables ambientales del agua *78*
4.2.5. Análisis de las variables bióticas y abióticas *82*
V. CONCLUSIONES 85
VI. RECOMENDACIONES 86
VII. REFERENCIAS 87
VIII. ANEXOS 97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Operacionalización de variables* 8

Tabla 2 *Ubicación de los puntos de muestreo en la Reserva de Punta Coles* ... 34

Tabla 3 *Número de especies y riqueza relativa por phylum del fitoplancton (primavera)* 49

Tabla 4 *Especies más frecuentes en la Reserva Nacional de Punta Coles (primavera)* 50

Tabla 5 *Número de especies y riqueza relativa por phylum del fitoplancton (otoño)* 51

Tabla 6 *Especies más frecuentes en la Reserva Nacional de Punta Coles (otoño)* 52

Tabla 7 *Abundancia celular (cél/L) y abundancia relativa (%) de los phyllum del fitoplancton en las dos estaciones climáticas de muestreo* 53

Tabla 8 *Medidas de diversidad de las muestras en la estación primavera*..... 58

Tabla 9 *Medidas de diversidad de las muestras en la estación otoño*..... 59

Tabla 10 *Análisis de Correlación de Spearman (p<0,05) para la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales del agua en Punta Coles (primavera)* 70

Tabla 11 *Análisis de Correlación de Pearson (p<0,05) de la variable ambiental transparencia y la comunidad fitoplanctónica en Punta Coles (primavera)*..... 71

Tabla 12 *Análisis de Correlación de Spearman (p<0,05) para la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales del agua en Punta Coles (otoño)* 72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Tipos comunes de fitoplancton en ambientes acuaticos* 21

Figura 2 *El fitoplancton como base de la red trófica marina* 25

Figura 3 *Fitoplancton y el ciclo de carbono* 25

Figura 4 *Colecta de muestras de agua con botella Niskin para la medición de variables ambientales y análisis de fitoplancton* 39

Figura 5 *Colecta de muestras de agua con red para la identificación de fitoplancton* 39

Figura 6 *Procedimiento de medición de variables ambientales con el multiparámetro* 41

Figura 7 *Procedimiento de medición de transparencia de agua usando disco secchi* 41

Figura 8 *Identificación de fitoplancton en microscopio compuesto* 42

Figura 9 *Muestra de fitoplancton sedimentado en cámara de Utermöhl* 44

Figura 10 *Conteo de células de fitoplancton usando microscopio invertido* 44

Figura 11 *Conteo en cámara completa con la retícula ocular con líneas paralelas* 45

Figura 12 *Riqueza de especies por phylum fitoplanctónico y punto de muestreo (primavera)* 49

Figura 13 *Riqueza de especies por phylum fitoplanctónico y punto de muestreo (otoño)* 51

Figura 14 *Abundancia relativa (%) de las especies más abundantes encontradas durante el muestreo en primavera* 54

Figura 15 *Abundancia celular (cel./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel superficie (estación primavera)* 54

Figura 16 *Abundancia celular (cel./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel fondo (estación primavera)* 55

Figura 17 *Abundancia relativa (%) de las especies más abundantes encontradas durante el muestreo en la estación otoño* 56

Figura 18 *Abundancia celular (cel./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel superficie (estación otoño)* 56

Figura 19 *Abundancia celular (cel./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel fondo (estación otoño)* 57

Figura 20 *Comparación entre primavera y otoño del índice de diversidad de Shannon por promedios* 60

Figura 21 *Temperatura por profundidad en las dos estaciones climáticas* 61

Figura 22 *Salinidad por profundidad en las dos estaciones climáticas* 62

Figura 23 *Conductividad eléctrica por profundidad en las dos estaciones climáticas*..... 63

Figura 24 *pH por profundidad en las dos estaciones climáticas*..... 64

Figura 25 *Oxígeno disuelto por profundidad en las dos estaciones climáticas*.. 65

Figura 26 *Sólidos totales disueltos por profundidad en las dos estaciones climáticas*..... 66

Figura 27 *Clorofila a por profundidad en las dos estaciones climáticas*..... 67

Figura 28 *Transparencia en la superficie del agua en las dos estaciones climáticas*..... 68

Figura 29 *Concentración de nutrientes superficial en la estación primavera* 69

Figura 30 *Concentración de nutrientes superficial en la estación otoño* 69

Figura 31 *Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) aplicado a los grupos fitoplanctónicos y variables ambientales del agua* 74

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos tienen una importancia socioeconómica global significativa, pues contribuyen en la producción mundial de alimentos y sustentan diversas actividades económicas como la pesca, la acuicultura, el turismo, la recreación y el transporte. No obstante, la contaminación antropogénica y los efectos del cambio climático disminuyen su capacidad de resiliencia, aumentando su vulnerabilidad frente a estas presiones (Wang et al., 2023). En consecuencia, la combinación entre los impactos humanos y los procesos naturales generan modificaciones en las propiedades fisicoquímicas del agua, lo que influye directamente en la composición y dinámica de las comunidades fitoplanctónicas (Shaik et al., 2015).

El fitoplancton es el principal productor primario en los ecosistemas marinos, por lo que desempeñan un papel crucial en la transferencia de energía a lo largo de la cadena trófica (Song et al., 2020). Su importancia ecológica radica en que las variaciones espaciales y temporales en su estructura y distribución, en interacción con los parámetros fisicoquímicos del agua, pueden influir significativamente en la conformación de las comunidades bentónicas, así como en la disponibilidad de recursos biológicos de interés comercial (Brown et al., 2010; Escalas et al., 2019).

El fitoplancton constituye la parte vegetal del plancton y se define como un conjunto de organismos que viven suspendidos en la columna de agua, desplazándose con las corrientes marinas. Debido a su capacidad fotosintética, es responsable de la producción primaria de materia orgánica y de una parte significativa del oxígeno que sustenta la vida en el planeta (Jahan, 2023). Representa el primer eslabón de la cadena trófica, sirviendo de alimento principal para el zooplancton, que a su vez constituyen la base alimenticia de niveles tróficos superiores (D'Costa & Naik, 2019). Además, el fitoplancton es considerado como un bioindicador ambiental de la salud de los ecosistemas marinos, dada su sensibilidad y rápida respuesta a cambios en las condiciones del entorno, como la temperatura, salinidad, radiación solar y concentración de nutrientes (Gharib et al., 2011).

La reserva de Punta Coles forma parte del conjunto de reservas biológicas destinadas a la conservación de la flora y fauna de los ecosistemas marino-costeros del país. Ha sido reconocida legalmente como Área Natural Protegida

dentro de la Reserva Nacional Sistemas de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, mediante el Decreto Supremo N° 024-2009-MINAM, debido a su significativa riqueza en biodiversidad marina (SERNANP, 2009). En la zona sur del país es una de las principales áreas de afloramiento costero, lo que lo convierte en un ecosistema altamente productivo, rico en recursos comerciales y especies con funciones bioingenieras clave. Esta productividad ha hecho de la zona un importante centro de extracción para la flota pesquera de Ilo, además de ser un hábitat vital para diversas especies de fauna marina que la utilizan como área de alimentación, reproducción y refugio. Sin embargo, debido a los intereses socioeconómicos, la expansión e intensificación de las actividades humanas, como la sobreexplotación pesquera, las presiones derivadas del turismo, la contaminación por residuos sólidos y descargas colindantes pueden generar efectos adversos sobre la biota marina y la calidad del agua, impactando directamente en la dinámica del fitoplancton.

A pesar del papel fundamental del fitoplancton en la transferencia de energía dentro de los ecosistemas marinos, en Punta Coles aún existe una marcada carencia de información básica sobre las variaciones en su composición y abundancia en la columna de agua, así como su asociación con los factores fisicoquímicos que influyen en su dinámica. En este contexto, la presente tesis tiene como objetivo determinar la estructura de la comunidad fitoplanctónica durante las estaciones de primavera y otoño, y evaluar su relación con las variables ambientales, con el fin de aportar conocimiento científico que contribuya al entendimiento de la variabilidad del fitoplancton en un entorno natural protegido como Punta Coles.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

El fitoplancton constituye la base de la cadena trófica en los ecosistemas acuáticos marinos, compuesto principalmente por microorganismos autótrofos. Su rol fundamental en la producción primaria y su sensibilidad a los cambios ambientales lo convierten en un indicador clave de la condición biológica y salud de los océanos, por lo que las alteraciones en su composición revisten gran relevancia ecológica. En las últimas décadas, diversos estudios han documentado cambios significativos en estas comunidades, que van desde disminuciones drásticas en su abundancia hasta incrementos considerables de la biomasa fitoplanctónica en determinados ecosistemas marinos (Kahru et al., 2009; Sarker et al., 2020).

La reserva de Punta Coles se ubica en una zona costera altamente vulnerable a los efectos del cambio climático y a fenómenos oceanográficos como El Niño (EN), los cuales generan un calentamiento anómalo de las aguas del océano Pacifico, provocando alteraciones abruptas en las condiciones ambientales clave como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y disponibilidad de nutrientes (Todd et al., 2011; Mena et al., 2014). El aumento de la temperatura del agua puede reducir el tamaño y la riqueza nutricional de las comunidades planctónicas. Asimismo, la acidificación del océano, resultado de la creciente absorción de dióxido de carbono atmosférico, ha disminuido la disponibilidad de iones carbonato, esenciales para que muchos organismos planctónicos formen y mantengan sus estructuras (ONU, 2017). Por otro lado, el incremento de las precipitaciones y del escurrimiento continental durante los eventos EN intensifica el aporte de nutrientes al ecosistema marino, lo que puede desencadenar procesos de eutrofización y floraciones algales nocivas (FAN). Estas floraciones reducen la disponibilidad de oxígeno y generan la acumulación de toxinas en otros organismos marinos, afectando su salud y provocando incluso mortalidad (IMARPE, 2022).

La costa del país se ha visto afectada por este fenómeno, durante EN de 1982-1993 considerado como uno de los más catastróficos, se presentaron altas temperaturas del mar llegando a registrarse 27°C y valores

de salinidad superior a 35 ups, que afectaron la concentración de fitoplancton al disminuir drásticamente sus volúmenes y presentar valores menores de 0.1 ml/m^{-3}. Esto produjo que la disponibilidad del fitoplancton como alimento fuera casi nula (IMARPE, 1985).

Sumado a lo anterior, la reserva se encuentra expuesta a diversos focos de contaminación antropogénica debido a su proximidad con zonas urbanas, industria pesquera y actividad portuaria. El vertimiento de efluentes, derrames de hidrocarburos, liberación de aguas de lastre y la emisión de partículas cargadas de metales pesados durante el transporte de minerales en la actividad minero-portuaria, contribuyen significativamente a la introducción de contaminantes orgánicos e inorgánicos al ecosistema. Esta situación compromete la calidad del agua y los sedimentos, afectando la biodiversidad marina y la conservación del ecosistema (Cárdenas Ramos, 2017).

La sobreexplotación de los recursos naturales dentro de la reserva es otra actividad nociva que pone en peligro la conservación de especies y el ecosistema debido a la pesca ilegal de recursos hidrobiológicos no autorizados, en veda y que están protegidos dentro de la reserva de acuerdo con la Ley N° 26834 “Ley de Áreas Naturales Protegidas”. A consecuencia de esta sobreexplotación se ha generado la desaparición de varios bancos de invertebrados marinos en las áreas tradicionales, desarrollándose extracciones cada vez más cerca a puntos vulnerables, espacios de refugio, sitios de descanso y de reproducción de diversas especies biológicas catalogadas en peligro, desencadenando un alto riesgo de vulnerabilidad que afectan su conservación y manejo sostenible (Jiménez Guillén, 2020).

Las actividades antropogénicas, sumadas a los efectos del cambio climático, alteran las propiedades fisicoquímicas del agua, generando desequilibrios en el ecosistema marino. Estas perturbaciones impactan inicialmente en los organismos fitoplanctónicos, al modificar sus patrones de distribución y alterar sus procesos fisiológicos, lo que repercute en las demás especies marinas, afectando las pesquerías y otros aspectos socioeconómicos (Baylón et al., 2019). En este contexto, resulta importante estudiar la composición y abundancia del fitoplancton en la reserva de Punta Coles, a fin de comprender su dinámica ecológica y evaluar su respuesta ante las condiciones del entorno, aportando como una línea base para la

prevención y monitoreo ante posibles cambios futuros que puedan suscitarse en la reserva.

1.1.1. Interrogante general

¿Cuál es la relación de la estructura de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles?

1.1.2. Interrogantes específicas

- ¿Cuál es la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño?
- ¿Cuáles son los valores de las variables ambientales en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la relación de la estructura de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño.
- Determinar las variables ambientales en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño.

1.3. Justificación e importancia

El fitoplancton constituye la base de la red trófica en los ecosistemas marinos, desempeñando un papel esencial en la producción primaria y en la regulación del ciclo biogeoquímico del carbono. Su estructura y composición son altamente sensibles a las variaciones en los parámetros ambientales del agua, como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, entre otros. Por ello, estudiar estas comunidades en relación con su entorno fisicoquímico permite comprender no solo su dinámica ecológica, sino su función como bioindicadores de cambios ambientales y climáticos (Käse & Geuer, 2018).

En la Reserva Nacional de Punta Coles, ubicada frente a la costa de Ilo, esta relación adquiere particular importancia. Esta área protegida forma parte de un ecosistema marino altamente productivo, influenciado por la Corriente de Humboldt, que sustenta una gran diversidad biológica, incluyendo poblaciones de aves marinas, peces comerciales y organismos bentónicos. El fitoplancton, al constituir la fuente primaria de energía para estos niveles tróficos superiores, es clave para el equilibrio ecológico del sistema (Tweddle et al., 2018).

Además, esta área posee un valor socioeconómico significativo para las comunidades locales que dependen de la pesca artesanal y del aprovechamiento sostenible de los recursos marinos. Los cambios en la composición fitoplanctónica, ya sea por eutrofización, acidificación u otros impactos naturales o antrópicos, pueden repercutir directamente sobre la disponibilidad de recursos pesqueros, afectando la seguridad alimentaria.

Por lo tanto, el estudio de la composición y abundancia del fitoplancton en relación con los parámetros ambientales del agua permite no solo caracterizar el estado ecológico de la reserva, sino también contribuir a su monitoreo y conservación. Este conocimiento es vital para diseñar estrategias de manejo adaptativo frente a la variabilidad climática y la presión antropogénica creciente sobre el litoral peruano.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis de investigación (Hi)

Existe relación de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles.

1.4.2. Hipótesis nula (Ho)

No existe relación de las variables ambientales con la comunidad fitoplanctónica en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles.

1.5. Variables

1.5.1. Variable 1

Comunidad fitoplanctónica:

- Composición taxonómica
- Abundancia (cél/L)
- Diversidad

1.5.2. Variable 2

Variables ambientales:

- Físicos: temperatura, transparencia
- Químicos: pH, salinidad, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, clorofila-a y nutrientes.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición	Tipo de variable
Comunidad fitoplanctónica	Composición	Riqueza de especies	-	Numérica Discreta
	Abundancia	Densidad celular	cél/L	Numérica Discreta
	Diversidad	Índice de Shannon - Wiener	-	Numérica Continua
Variables ambientales	Físicos	Temperatura	°C	Numérica Continua
		Transparencia	m	Numérica Continua
	Químicos	pH	unidad de pH	Numérica Continua
		Oxígeno disuelto	mg/L	Numérica Continua
		Salinidad	PSU	Numérica Continua
		Conductividad eléctrica	mS/cm	Numérica Continua
		Sólidos totales disueltos	mg/L	Numérica Continua
		Clorofila-a	µg/L	Numérica Continua
		Fosfato	mg/L	Numérica Continua
		Nitrato	mg/L	Numérica Continua

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Osorio Cardoso (2010) en su estudio “Dinámica espacio-temporal del fitoplancton en la bahía de Cartagena y su relación con parámetros fisicoquímicos en un ciclo climático anual”, tuvo como objetivo establecer las variaciones espaciales y temporales de la comunidad fitoplanctónica, durante un ciclo anual (época seca, lluvia y de transición) y relacionarlo con parámetros fisicoquímicos del agua. La metodología utilizada fue bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo correlacional y diseño no experimental-longitudinal. La población estuvo conformada por muestras de fitoplancton en agua recolectadas en 12 estaciones de muestreo mediante botella Van Dorn y red de plancton en superficie y fondo, además se colectaron muestras de agua para determinar clorofila, SST y nutrientes, y se midieron *in situ* la temperatura, salinidad, pH, conductividad, OD, DBO y transparencia. Para el análisis se aplicaron técnicas de identificación y conteo de especies, determinando la abundancia. Además, se analizó la clorofila a mediante espectrofotometría, y los análisis estadísticos multivariados. Los resultados obtenidos fueron un total de 194 especies, 76 géneros y 32 familias, la clase predominante fue Diatomophyceae y la especie más abundante *Skeletonema costatum* para las tres épocas. Se encontró un total de abundancia celular de 4.790,42 cél/L en la época de lluvia, 31.554,35 cél/L en seca, y 16.017,03 cél/L en lluvia, y fueron mayores a nivel superior. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, fueron cambiantes entre épocas, así la conductividad, salinidad, DBO y temperatura fueron más altas en época de precipitación, la transparencia fue la misma para la época seca y lluvia, y los nutrientes presentaron mayor concentración en época seca. Los análisis multivariados mostraron que la dinámica del fitoplancton vario en función de los nutrientes. Se concluye que la dinámica de la comunidad fitoplanctónica y los parámetros fisicoquímicos actúan de acuerdo con la época estableciendo diferencias en la comunidad.

Bucheli (2018) en su artículo “Comportamiento temporal del plancton ante factores oceanográficos en las estaciones de Esmeraldas, Puerto López y Salinas”, tuvo como objetivo realizar un análisis histórico (durante el periodo 2004-2012) de la abundancia, distribución de fitoplancton y su relación con algunas variables ambientales para determinar las reacciones del plancton. La metodología se desarrolló con la población que estuvo conformada por la comunidad de fitoplancton. La recolección de los datos inicio con el muestreo de fitoplancton mediante la botella Niskin y de zooplancton mediante red de plancton, siendo preservadas con lugol y formol respectivamente. Asimismo, se midió in situ la temperatura, y se recolectaron muestras de agua para determinar nutrientes y oxígeno disuelto. Para el análisis, se aplicó el método microscópico de Utermohl para el análisis cuantitativo del fitoplancton, la identificación de los organismos mediante libros especializados, los nutrientes por métodos colorimétricos espectrofotométricos y el OD por método de Winkler. Con los datos, se calculó la diversidad y se aplicó el coeficiente de Spearman entre las variables bióticas y abióticas para mostrar el grado de correlación. Además, se efectuó el análisis de correspondencia canónica para conocer la relación entre variables ambientales y especies más abundantes. Los resultados obtenidos mostraron que las variables ambientales presentaron concentraciones que variaron y fluctuaron en función a las tres estaciones y periodo. En el fitoplancton, se determinó 11 clases, siendo más frecuentes Coscinodiscophyceae y Bacillariophycaeae, seguido de Cyanophyceae y Fragilariophyceae. En cuanto a la densidad y diversidad, en Esmeraldas osciló entre 7795-33483 cél./L y 2,09-3,51 bits.org, respectivamente, en Puerto López la densidad varió entre 8405-29545 cél./L y diversidad entre 1,47-2,77 bits.org, y en Salinas la densidad fluctuó entre 11226-44286 cél./L y la diversidad entre 0,92-2,99 bits.org. El análisis de correlación de spearman mostró una correlación positiva del fitoplancton con los nutrientes (nitrato y silicato), oxígeno y temperatura; y el análisis de correspondencia canónica determino que el silicato se asoció con *C. closterium*; la transparencia con *P. seriata*; el nitrato con *N. longissima* y *P. alata*; el fosfato con *R. styliformis*; y el oxígeno con *H. sinensis*. Se concluye que las condiciones oceanográficas y el constante flujo de nutrientes favoreció la productividad planctónica, considerando ciertas especies como posibles indicadores biológicos.

Torres et al. (2017) en su artículo “Variabilidad espacio-temporal del fitoplancton y variables oceanográficas en El Golfo de Guayaquil durante 2013-2015”, tuvo como objetivo relacionar los grupos funcionales y especies más abundantes del fitoplancton con variables oceanográficas a fin de entender los procesos locales en un sector productivo y de alto riesgo a la ocurrencia de mareas rojas. La metodología se desarrolló en una estación donde se efectuaron monitoreos mensuales desde febrero 2013 a diciembre 2015 a siete niveles de profundidad (0,10,20,30,40,50 y 75 m). La población estuvo conformada por el fitoplancton y la muestra correspondió a 238 frascos de agua recolectados con botella Van Dorn. La recolección de datos se efectuó mediante el muestreo del fitoplancton, la temperatura y salinidad se determinaron con un CTD, para el oxígeno disuelto y los nutrientes se colectaron muestras de agua para su análisis. Para el análisis, el oxígeno se determinó por método volumétrico, los nutrientes mediante métodos colorimétricos espectrofotométricos, y el fitoplancton mediante el método de Utermohl. Los resultados obtenidos registraron temperaturas más altas a nivel superficial, con aguas más cálidas en el último trimestre del 2015; la salinidad fue más estable, con ligera disminución en la época húmeda (febrero y marzo) a nivel superficie; el oxígeno disuelto registró mayor concentración en superficie disminuyendo con la profundidad; los nutrientes presentaron variación mensual y estacional, siendo el nitrato con mayor aporte, incrementándose en ambas épocas (húmeda y seca) en los 3 años. En la comunidad fitoplanctónicas se registró 166 especies durante los 3 años, siendo mayor en 2015. Se registraron 31 especies más abundantes en 25 géneros y 20 familias, siendo en su mayoría diatomeas. La mayor abundancia se dio en el nivel superficie (0-20 m). La diversidad registró menor índice en 2013 para ambas épocas, y se incrementó en 2014 y 2015 durante la época seca. El análisis correspondencia canónica registraron que en el eje 1 se presentó una relación entre los grupos fitoplanctónicos con los nutrientes y la temperatura, mientras que en el eje 2 fue con la salinidad y oxígeno. Se concluye que se evidenció un óptimo nivel de conservación del ecosistema marino, con excepción de algunas especies generadoras de mareas rojas, los resultados evidenciaron que las variables ambientales y el fitoplancton presentaron una variabilidad mensual y estacional durante los 3 años de estudio.

Ferronato (2018) en su tesis de investigación “Influencia de parámetros fisicoquímicos sobre la distribución del fitoplancton en el área de El Rincón, plataforma surbonaerense del Mar Argentino”, tuvo como objetivo establecer los parámetros fisicoquímicos del área El Rincón, definidos por el gradiente costa-mar, que regulan la distribución de la comunidad fitoplanctónica. El estudio metodológico se realizó en un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental. La población estuvo conformada por muestras de agua superficial para fitoplancton que se recolectaron en 8 estaciones (verano) y 21 estaciones (primavera). La recolección de datos se efectuó mediante el muestreo de fitoplancton con botella Niskin y red de plancton, y la evaluación *in situ* de temperatura y salinidad con un CTD, además de la determinación de nutrientes y clorofila a. Para el análisis se aplicó el método de Utermohl para el recuento de organismos y la microscopia óptica convencional para la identificación taxonómica. Los resultados obtenidos para los parámetros de temperatura, salinidad y nutrientes mostraron variaciones en función a las campañas y estaciones. La comunidad fitoplanctónica estuvo determinada por diatomeas, dinoflagelados, flagelados y cocolitofóridos. En cuanto a la mayor abundancia celular y clorofila a, durante la campaña de verano se obtuvo 246.963 cél./L y 11,41 µg/L respectivamente, en la estación costera 2; mientras que en la campaña de primavera fue de 621.249 cél./L y 1,9 µg/L en la estación plataforma media 34 y estación costera 1, respectivamente. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos fueron muy variables debido a la complejidad oceanográfica y la influencia de distintas masas de agua provenientes del golfo San Matías, estuario Bahía Blanca, plataforma exterior y de los ríos Colorado y Negro. La composición del fitoplancton estuvo determinada por las diatomeas y dinoflagelados, mientras que las mayores abundancias celulares y concentración de clorofila a encontradas en la costa y plataforma media estuvieron asociadas a los aportes continentales de nutrientes. En contraste, la situación fue diferente para la plataforma interna debido a que se obtuvieron abundancia celular y clorofila a mínimas debido a la presencia de aguas ausentes de nutrientes.

Wei et al. (2022) en su artículo de investigación “Diferentes respuestas de las comunidades de fitoplancton y zooplancton a los

cambios actuales en los ambientes costeros", tuvo como objetivo estimar las respuestas de las comunidades de fitoplancton y zooplancton a las condiciones ambientales cambiantes actuales, centrando su dinámica en estructura, abundancia y diversidad en el mar de Bohai, China. La metodología consistió en el muestreo en 41 estaciones en las épocas de primavera, verano, otoño e invierno durante el 2019 hasta 2021, donde se midieron in situ los parámetros ambientales de temperatura, salinidad, pH y OD con el multiparámetro, y se recogieron muestras de agua con botella Niskin para el análisis de la DQO, nutrientes y clorofila a. Asimismo, se recogieron muestras de fitoplancton con red de plancton. Para el análisis, las muestras de DQO y nutrientes se analizaron mediante métodos específicos, mientras que la clorofila a se realizó por método fluorométrico y las muestras de fitoplancton se analizaron por el método microscópico de Utermohl. Para el análisis estadístico, se utilizaron pruebas de correlación de Pearson, y análisis de correspondencia canónica CCA. Los resultados obtenidos fueron para la temperatura (rango 7,68-23,09°C) que presentó su máximo en verano y minimo en primavera e invierno, mostrando una variabilidad estacional, la salinidad (rango 26,68-32,26) presentó su valor máximo en primavera e invierno y fue impulsada por la afluencia fluvial, el pH (rango 7,83-8,24) mostró mayor valor en primavera y verano, así como una tendencia descendente durante los tres años. El OD presentó la concentración más alta en primavera e invierno. La DQO (rango 0,39-1,26 mg) mostró tendencias decrecientes temporales. La concentración de nutrientes nitrógeno y fosforo (rango 0,04-0,14 mg/L y <0,01-0,03 mg/L) aumentaron ligeramente, mostrando tendencia creciente temporal. La clorofila a (rango 1,28-5,33 µg/L) mostró una disminución durante los tres años. Para el fitoplancton, la abundancia promedio oscilo entre $0,07x10^3$ – $6,91x10^3$ cél/L, mostrando una tendencia creciente significativa desde primavera de 2019 hasta invierno de 2021. En la comunidad, las diatomeas fueron el grupo más abundante (78-82% de la abundancia total), destacando *Paralia sulcata*, *Thalassiosira* e*xcentricus* y *T. angulata*. Se concluye que las comunidades de plancton respondieron a los cambios ambientales costeros aumentando el fitoplancton y disminuyendo el zooplancton, este cambio se debe a la interacción de la acidificación como resultado de la disminución del pH y el calentamiento del mar que impulsa la sucesión del fitoplancton, por lo tanto, se ha

previsto que el plancton disminuirá en el futuro bajo la influencia de interacciones entre la acidificación y el calentamiento.

Tapia Bernitta (2010), en su tesis “Variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en Esmeraldas durante 2004-2005”, tuvo como objetivo determinar la variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales. En la metodología, la población estuvo conformada por el fitoplancton en muestras de agua y muestras con red de plancton recolectadas en 24 estaciones en la época húmeda (abril) y seca (septiembre). La recolección de datos se efectuó mediante el muestreo con red de plancton y muestras de aguas para el fitoplancton, los parámetros de campo se midieron con un CTD y disco Secchi, y para los nutrientes y clorofila a se recolectaron muestras de agua para su posterior análisis. Para el análisis, los nutrientes se determinaron por espectrofotometría, la clorofila a por fluorometría, y el conteo celular del fitoplancton por el método de Utermohl. Los resultados obtenidos mostraron las mayores concentraciones de temperatura en abril en la estación Rio Teaone (30,5°C), de salinidad en abril en la estación Terminal Petrolero (33,9 UPS), el nitrato y el fosfato en abril en la estación Rio Esmeraldas con 7,52 y 10,54 ug-at/l respectivamente, el silicato en septiembre en la estación Rio Esmeraldas con 39,15 ug-at/l., y la clorofila a registró el mayor valor en abril en la estación Terminal Petrolero con 2,09 mg/m^3. El fitoplancton estuvo determinado por diatomeas (*Pseudo-nitzschia sp.*), dinoflagelados (*Gymnodinium sp.*) y Ciliados (*Mesodinium simplex*). En cuanto a la densidad celular de fitoplancton, se registró la mayor concentración en abril con 3248 cél./L en la estación Terminal Petrolero. Se concluye que los parámetros ambientales y el fitoplancton variaron en sus concentraciones en función a la época y año, así, en la composición de especies presentó una variación en el Terminal Petrolero en el periodo de setiembre del 2004 y una reducción en el periodo de abril del 2005, dándose una alta densidad poblacional en los grupos diatomeas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Baylón et al. (2019) en su artículo “Variación espacial y temporal del fitoplancton con énfasis en las floraciones algales frente a la playa de

Pescadores Artesanales de Chorrillos, Lima, Perú", tuvo como objetivo determinar la variabilidad espacial y temporal de las principales comunidades del fitoplancton, en relación con las variables fisicoquímicas. La metodología se llevó a cabo en tres estaciones de muestreo durante abril 2016 hasta marzo 2017. La recolección de datos fue mediante el muestreo del fitoplancton que se realizó con red y muestras de agua a nivel superficial para su identificación y cuantificación respectivamente, siendo preservadas con formalina. Las variables fisicoquímicas se evaluaron *in situ*, la temperatura y pH se evaluaron con multiparámetro, la salinidad con conductímetro y el oxígeno con oxímetro. Para el análisis, la identificación del fitoplancton se realizó por microscopia y listados taxonómicos y la cuantificación mediante método Utermohl usando microscopio invertido. En cuanto a los análisis estadísticos se efectuó un análisis de varianza de las variables, y la correlación de Pearson para analizar la correlación entre las variables. Los resultados obtenidos mostraron un total de 120 especies fitoplanctónicas, en 66 géneros y 46 familias, siendo las diatomeas el grupo más dominante (59,2%), seguido de dinoflagelados (35,6%). La abundancia estuvo dominada por Raphidophyceae (73,72%), seguido de dinoflagelados y nanoflagelados, y fue mayor en verano y otoño. Se registró correlación significativa entre el fitoplancton y las variables fisicoquímicas, siendo la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y pH las que favorecieron la presencia de especies generadoras de floraciones algales. Se concluye que las aguas de la playa presentan presencia de especies de fitoplancton altamente nocivas generadoras de eutrofización y floraciones, por lo que se debe realizar un monitoreo frecuente.

Jacobo et al. (2021) en su artículo "Variabilidad estacional del fitoplancton y su asociación con parámetros fisicoquímicos, bahía de Miraflores", tuvo como objetivo determinar las características del fitoplancton, su dinámica y variabilidad temporal, y conocer que parámetros ambientales intervienen en su variación. La metodología se realizó durante tres campañas (marzo, julio y septiembre) del 2013, y dos campañas (marzo y octubre) del 2014. La recolección de datos se efectuó mediante el muestreo del fitoplancton con la colecta de muestras de agua a nivel superficie y fondo utilizando botella Niskin. Asimismo, se colectaron muestras de agua para el análisis de nutrientes, clorofila a y

oxígeno; la temperatura, pH y transparencia se evaluaron in situ con multiparámetro y disco Secchi. Para el análisis, el fitoplancton se determinó y cuantificó mediante método Utermohl. El procesamiento de datos se obtuvo con el cálculo de la diversidad de Shannon, la matriz de similaridad de Bray-Curtis, y el dendrograma UPGMA en el programa PRIMER. Además, se calculó la correlación entre las variables bióticas y abióticas con el coeficiente de Spearman, y el análisis de correspondencia canónica. Los resultados obtenidos para las variables fisicoquímicas mostraron que la temperatura registró el valor más alto en verano (marzo); el oxígeno, clorofila a y pH registraron sus máximos a nivel superficie en marzo, septiembre y octubre; los nutrientes alcanzaron sus máximos en marzo y julio del 2013. La comunidad fitoplanctónica registró 196 especies, presentando mayor abundancia el grupo Diatomeas, seguido de Dinoflagelados, Silicoflagelados, Cocolitoforidos y Fitoflagelados. En superficie, la mayor abundancia se dio en septiembre 2013 ($332x10^4$ cél./L), mientras que, en nivel fondo, se registró en marzo y julio 2013. La diversidad presentó un rango de 0,23 (invierno) y 3,83 bits/cél (primavera) para ambas profundidades. El coeficiente de Spearman evidenció correlación entre la temperatura, nitrato y dinoflagelados, y correlación inversa entre las diatomeas con temperatura, fosfato y silicato. El ACC evidenció que durante la primavera las diatomeas se correlacionaron con la clorofila a, oxígeno y pH; en invierno las diatomeas correlacionaron con el nitrato; y en verano los dinoflagelados se asociaron con silicatos, fosfatos y temperatura. Se concluyó que los diferentes cambios en la comunidad fitoplanctónica se debió a la concentración de silicatos y fosfatos en diatomeas, y a los cambios en relación del nitrógeno y fósforo en grupos de dinoflagelados, que también presentó mayor abundancia.

Valdivia Chávez et al. (2022), en su artículo “Densidad y composición fitoplanctónica en relación con los parámetros oceanográficos, Las Cuevas, Camaná, 2017-2019”, tuvo como objetivo conocer tanto cualitativa como cuantitativamente las especies del fitoplancton y su relación con los parámetros oceanográficos. La metodología se desarrolló con el muestro de fitoplancton recolectando muestras de agua con red de 75 µm en frascos de 250 mL y fijadas con formalina. La temperatura, salinidad y pH se midieron *in situ* con un

termómetro, salinómetro y potenciómetro, respectivamente, para los demás parámetros (nutrientes y oxígeno disuelto) se colectaron muestras de agua para su análisis. El análisis del fitoplancton se realizó por método microscópico; el oxígeno mediante método Winkler y los nutrientes por espectrofotometría. Para el análisis estadístico, se efectuó el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre los años, la diversidad de Shannon y la correlación de Pearson para correlacionar las variables. Los resultados obtenidos mostraron que el fitoplancton estuvo constituido por 81 especies, siendo más abundante las diatomeas (71,60%), seguido de dinoflagelados (23,46%), silicoflagelados (2,47%) y algas verdes (2,47%). La abundancia celular total presentó un rango de 0,01-1,59x10^3 cél./L, y la diversidad registrada fue baja con 1,90 bits.ind. En los parámetros oceanográficos, la temperatura del mar tuvo un promedio de 16,81 °C, la salinidad presentó un promedio de 34,93 UPS, el oxígeno disuelto de 6,12 mL/L y el pH tuvo concentraciones entre un rango de 7,53-8,09. Los nutrientes presentaron concentraciones promedio de 2,62 µM para fosfatos, 20,50 µM para silicatos, 0,72 µM para nitritos y 18,13 µM de nitratos. En cuanto a la correlación, en otoño-verano la abundancia se correlaciono con la temperatura; y en invierno-verano con el oxígeno. Se concluye que los valores de los parámetros oceanográficos y biológicos siguieron patrones de estacionalidad normales.

López Saravia (2022), en su tesis “Características físico-químicas del agua de mar asociadas a las floraciones algales en la bahía El Ferrol, Ancash, en los años 2015 y 2016”, tuvo como objetivo determinar las características fisicoquímicas del agua de mar asociadas a las floraciones algales en la bahía El Ferrol. La metodología se desarrolló bajo un diseño Ex post-facto retrospectivo. Los muestreos fueron realizados en 65 estaciones durante septiembre y noviembre del 2015, y marzo y octubre del 2016. La recolección de datos se efectuó por el muestreo superficial de fitoplancton mediante red y colecta de muestras de agua con botella Niskin y fijadas con formalina; para los factores fisicoquímicos, el pH se evaluó por método potenciométrico, el oxígeno disuelto por método titulométrico de Winkler, los nutrientes por método colorimétrico, la clorofila a por método fluorométrico y la transparencia de agua con el uso de disco Secchi. Para el análisis, la determinación taxonómica del

fitoplancton se realizó mediante guías de identificación de autores, el análisis cuantitativo por el método microscópico de Utermohl, los análisis estadísticos se desarrollaron para el procesamiento de datos, y el coeficiente de correlación de Pearson utilizando la concentración celular predominante y los parámetros fisicoquímicos. Los resultados obtenidos para fitoplanton fueron un total de 137 especies, pertenecientes a 51 géneros. Los grupos dominantes fueron las diatomeas (69%), seguido por dinoflagelados (26%) y fitoflagelados (3%). La mayor abundancia se registró en verano del 2015 por la diatomea *S. costatum*. Se determino correlación positiva significativa entre *L. danicus*, *Tripos furca* y los factores fisicoquímicos. Además, la temperatura, transparencia, oxígeno, pH, nutrientes y clorofila a favorecieron la presencia de las floraciones algales. Se concluye que al presenciar floraciones algales nocivas y especies potencialmente toxicas, la bahía requiere de monitoreos más frecuentes.

Alva López (2018) en su tesis “Variación espacio temporal del fitoplancton tóxico en relación con factores fisicoquímicos en la bahía de Samanco, Ancash, en los años 2011 y 2012”, tuvo como objetivo determinar la variación espacio temporal de las densidades de las especies de fitoplancton tóxico en su relación con factores fisicoquímicos de dos estaciones de la bahía de Samanco, Ancash, en los años 2011 y 2012. La metodología siguió un diseño Ex postfacto retrospectivo y relacional. La recolección de datos se efectuó mediante el muestreo en dos estaciones a tres estratos de profundidad (0-5, 5-10 y 10-15 m) para evaluar el fitoplancton tóxico y los parámetros fisicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH y transparencia). El procedimiento de análisis y la obtención de datos se obtuvieron de un laboratorio que analizo las muestras. Los resultados mostraron un total de 11 especies toxicas, siendo 8 especies dinoflagelados, 2 diatomeas y 1 fitoflagelado. Las especies que registraron mayor densidad durante las estaciones de primavera y verano fueron *P. pungens*, *P. delicatissima*, *Gymnodinium impudicum*, *P. minimun* y *Heterosigma akashiwo*. Con respecto a los parámetros fisicoquímicos, todos presentaron variaciones, la temperatura tuvo una variación entre 17,1° C a 24,1° C, el oxígeno disuelto de 4.29 a 9.64 mg/L, la salinidad entre 33,3 a 35,3 UPS, el pH registró valores de 7.20 hasta 9.07 y la transparencia varió de 1.00 a 6.50

m. El análisis de relación entre las especies de fitoplancton tóxico y los parámetros fisicoquímicos determinó que la temperatura mostró una relación directa con *D. rotundata*, *A. peruvianum*, *P. mínimum* y *D. caudata, y relación inversa con D. acuminata*, *G. impudicum*, *P. reticulatum* y *P. crassipes*. La salinidad registró relación directa con *D. acuminata*, *D. rotundata*, *D. caudata*, y *G. impudicum*, e inversa con *P. mínimum*. El oxígeno disuelto se relacionó directamente con *D. caudata*, *G. impudicum* y *D. rotundata*. El pH registró relación inversa con *D. rotundata* y *P. reticulatum*. La transparencia se relacionó directamente con *A. peruvianum*, e inversamente con *D. acuminata*, *D. rotundata*, *P. crassipes* y *P. mínimum*. Se concluye que la variación espacio-temporal del fitoplancton tóxico en la bahía estuvo estrechamente relacionada con cambios en los factores fisicoquímicos del agua, mostrando que los procesos de mezcla y temperatura influyen en la distribución de estas especies, resultando importante su monitoreo para prevenir riesgos ecosistémicos y sanitarios.

2.1.3. Antecedentes Locales

Ramos Tejeda (2021) en su tesis de investigación “Relación de los parámetros fisicoquímicos con la estructura de la comunidad fitoplanctónica de las aguas superficiales del desembarcadero pesquero del Puerto de Ilo, región Moquegua, 2021”, tuvo como objetivo determinar la relación de los parámetros fisicoquímicos con la estructura de la comunidad fitoplanctónica de las aguas superficiales. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo correlacional, y diseño no experimental transeccional. La población estuvo conformada por la comunidad fitoplanctónica y la muestra se colectó en tres estaciones de muestreo. La recolección de datos se efectuó mediante la evaluación *in situ* de los parámetros fisicoquímicos con un multiparámetro; y el muestreo del fitoplancton con red de plancton y preservación de organismos con lugol. Para el análisis, las muestras se determinaron en un laboratorio de ensayo para su análisis cuantitativo. Los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos mostraron que el pH, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, conductividad y salinidad registraron su máximo valor en la estación C (7,55; 2,03 ppm; 26,39 ppt; 52,75 mS/cm y 34,83 PSU, respectivamente); mientras que el

potencial oxido reducción y temperatura registró su máximo valor en la estación A (375,19 y 14,75 °C, respectivamente). La comunidad fitoplanctónica presentó 3 phyllum, Bacillariophyta, Miozoa y Ochrophyta; distribuidas en 5 familias, Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Dinophyceae y Dictyochophyceae; y 52 especies taxonómicas. En la abundancia celular, las especies *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Lithodesmium undulatum* y *Thalassiosira sp.* registraron la mayor abundancia promedio con una densidad > 500 cél/mL. La mayor diversidad y dominancia se registró en la estación A (1,46 y 0,70, respectivamente). En cuanto al análisis estadístico de correlación, en la estación A, la comunidad fitoplanctónica se relacionó con la temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y salinidad. En la estación B, el fitoplancton se relacionó con el pH, sólidos totales disueltos, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y conductividad. En la estación C, el fitoplancton se relacionó con sólidos totales disueltos, conductividad, pH, temperatura y potencial oxido reducción. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos en su mayoría presentaron máximos valores en la estación C; se determinó 3 phyllum y 52 especies fitoplanctónicas en las tres estaciones, y la diversidad fue baja en todas las estaciones. La correlación entre la comunidad fitoplanctónica y parámetros fisicoquímicos fue baja en las tres estaciones.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Fitoplancton

El fitoplancton es el conjunto de organismos microscópicos que constituyen la base de la cadena trófica en los océanos, convierten la energía solar en materia orgánica cuyo proceso sustentan la vida de los demás organismos marinos y son participes en el ciclo del carbono. Debido a que son organismos autótrofos y realizan fotosíntesis es que se encuentran parcial o continuamente en la columna de agua, desde la superficie hasta los 100 m que ingresa los rayos solares. La conservación del fitoplancton depende de muchos procesos, como la disponibilidad de nutrientes, corrientes marinas, luz solar, surgencias de aguas contenidas con nutrientes, entre otros (López Magaña et al., 2016).

En el mar peruano, el fitoplancton está compuesto de los principales grupos: diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados, flagelados y cocolitoforidos (Figura 1), y las principales especies: diatomeas (*Pleurosigma sp*., *Thalassiosira aestivalis*, *Bacteriastrum delicatulum*, *Schroderella delicatula*, *Chaetoceros peruvianus*, *Nitzchia pungen*, *Asterionella* glacialis, *Coscinodiscus perforatus* y C*. debilis*), dinoflagelados (*C. furca*, *Ceratium tripos* y *Goniaulax polyedra*) y cocolitoforidos (*Cocolithus huxleyi*) (IMARPE, 2014).

Figura 1

Tipos comunes de fitoplancton en ambientes acuáticos



Nota. De "What are Phytoplankton", por R. Lindsey y M. Scott, 2010 (https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton).

2.2.2. Principales grupos taxonómicos del fitoplancton

- **Diatomeas**

Las diatomeas conforman un grupo de microalgas unicelulares y forman parte de la Clase Bacillariophyceae. Se caracterizan por tener un tamaño en un rango de 2 y 200 µm, son autótrofas y contienen pigmentos fotosintéticos como la clorofila A y C, fucoxantina, betacarotenos, diatoxantina y diadinoxantina. Parte de su morfología en este tipo de algas es que se encuentran cubiertas de una pared celular de sílice conocida como frústula. Se presentan solas o en cadenas en distintas formas de unificación celular y su taxonomía se basa en la simetría y los aspectos de su pared celular (Lora Vilchis et al., 2020).

Las diatomeas son uno de los grupos más importantes y diversos del fitoplancton, se encuentran en la base de las cadenas tróficas, y son considerados los principales participantes en el reciclamiento de carbono y de silicatos, debido a su pared celular de sílice que las caracteriza.

Como microorganismos autótrofos-fotosintéticos producen el 20% del oxígeno que respiramos (Lora Vilchis et al., 2020).

- **Dinoflagelados**

Los dinoflagelados son organismos microscópicos unicelulares e integran un grupo del fitoplancton marino. El tamaño de los dinoflagelados oscila entre 15 y 150 µm conformando parte del microplancton. Su estructura está conformada por cloroplastos en forma de discos contenida con pigmentos de clorofilas A y C y xantofilas como la peridinina que le proporcionan diferentes coloraciones como amarilla, parda, verde azul, pardo amarillento, entre otras (Carty & Parrow, 2015).

Las poblaciones de esta microalga se distribuyen según la temperatura, salinidad y profundidad. Sus rasgos morfológicos y demanda nutricional aseguran su reproducción y crecimiento en aguas tropicales donde se da una mayor estabilidad en la columna de agua y una menor concentración de nutrientes. Constituyen el segundo grupo importante del fitoplancton y son responsables en la producción de energía en la cadena trófica oceánica (Carty & Parrow, 2015).

- **Clorofítas**

Las clorofitas también denominadas clorofíceas, son microalgas verdes que contiene clorofila a y b, su tamaño varían desde microscópicos, unicelulares hasta algas de gran tamaño formadas por filamentos de amplia longitud. Debido a que todas contienen clorofila logran sintetizar las sustancias alimenticias en base a las materias minerales. Además, contienen carotenoides como la luteína y el alimento sobrante lo almacenan como almidón. En cuanto a su reproducción puede ser sexual o asexual (Lee, 2008; Titlyanov et al., 2017).

Las especies de clorofitas están abundantemente distribuidas por todo el mundo. Esta microalga está en su mayoría en aguas dulces (90%) y en menor concentración en aguas marinas (10%) (Celewicz et al., 2022).

Así mismo, se pueden encontrar otros grupos que forman parte del fitoplancton pero que su biomasa es muy poca en los ecosistemas marinos comparada a los tres grupos anteriores, entre ellos están los

cocolitoforidos, silicoflagelados, crisomonadidos y euglénidos (Celewicz et al., 2022).

2.2.3. Factores ambientales reguladores de la comunidad de fitoplancton

El fitoplancton está conformado por comunidades que se desarrollan y distribuyen de acuerdo con las condiciones ambientales del medio donde habitan, estas condiciones están conformados por factores físicos y químicos que influyen sobre las características de las comunidades, como la diversidad, riqueza y uniformidad (Z. Li et al., 2021).

La luz solar es un factor vital en el desarrollo del fitoplancton, pues la producción de fotosíntesis se realiza a partir de la energía solar, que es regulada en el medio acuático por la inserción de los rayos luminosos. Al aumento de profundidad, la intensidad de la luz va decreciendo, y mayor a los 100 m es deficiente para la realización de la fotosíntesis (Joy-Warren et al., 2019).

La temperatura es considerada uno de los factores ambientales con mayor relevancia, debido a su influencia en las tasas de crecimiento del fitoplancton, y de generar variaciones en su diversidad y distribución, siendo diferente según la latitud, estación y profundidad (Righetti et al., 2019). La temperatura afecta directamente en la productividad del fitoplancton, al regular el proceso enzimático de respiración y fotosíntesis, y afecta indirectamente en verano cuando crea un gradiente vertical de temperatura, separando la capa superficial de la profundidad rica en nutrientes, reduciendo así el crecimiento del fitoplancton (Fernández-González et al., 2022).

El pH del agua de mar presenta una variación baja cuando está comprendida entre 7 y 8, en estos límites de variación la influencia en el desarrollo del fitoplancton es mínima. En el proceso de fotosíntesis, cuando se da la proliferación de microalgas fitoplanctónicas y se utiliza el dióxido de carbono disuelto en el agua se produce un aumento leve de la alcalinidad (Hinga, 2002).

Además, el fitoplancton requiere de nutrientes como nitrógeno y fósforo que se encuentran disueltos en el agua de mar y que son

indispensables para la producción de nutrientes como amoniaco, nitritos, nitratos y fosfatos, necesarios para llevar a cabo la fotosíntesis. Mientras el fitoplancton va utilizando estos nutrientes, su cantidad disminuye, por lo que se requiere de nutrientes provenientes de la desintegración de organismos y restos que son producidos por los descomponedores mediante su acción química (Fernández-González et al., 2022).

De esta manera, a través de los procesos físicos y químicos se puede dar el desarrollo del fitoplancton, que a partir de elementos inorgánicos que tenga a su disposición produce su propia materia orgánica.

2.2.4. Importancia del fitoplancton como indicador biológico

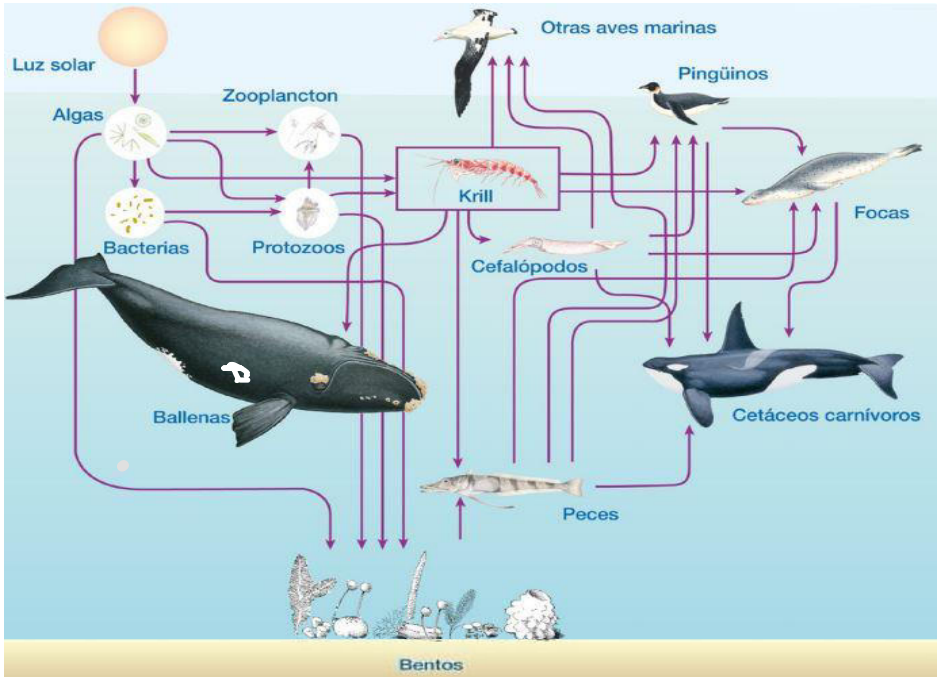
El fitoplancton es importante para la red alimenticia marina por ser la base de ésta, al ser productor primario sustenta la alimentación de especies como zooplancton y otras especies superiores (Figura 2). Además, pueden pronosticar enfermedades o mortalidad en las demás especies marinas, debido a su contenido de biotoxinas que generan floraciones algales nocivas o mareas rojas.

En el clima y el ciclo de carbono, el fitoplancton cumple un rol esencial al realizar la fotosíntesis donde consume dióxido de carbono en una cantidad equivalente al de las plantas terrestres. Este carbono consumido de la atmosfera se transporta en toda la profundidad del océano cuando el fitoplancton muere, transfiriéndose a las diferentes capas del océano y así retroalimentando la temperatura del mar (Lindsey & Scott, 2010) (Figura 3).

Los diferentes cambios en la comunidad del fitoplancton afectan directamente a otros organismos como peces y demás formas de vida marina, esto conlleva a una gran afectación en la productividad económica y en la disponibilidad de alimentos para el humano. El fitoplancton también se utiliza como indicador ambiental, debido que a partir de este se puede comprender la salud de los ecosistemas marinos (NOAA & NASA, 2020).

Figura 2

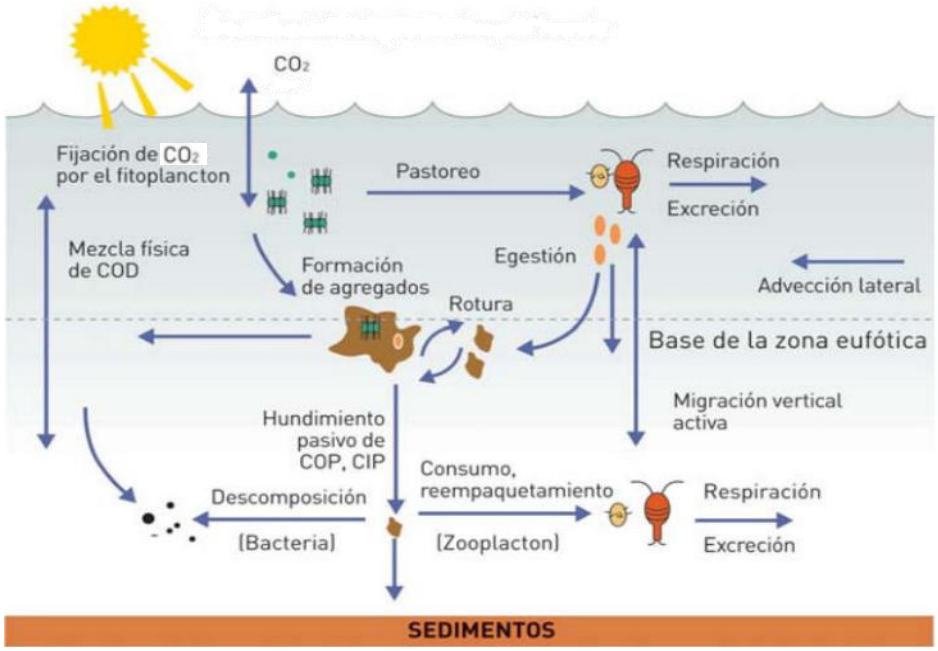
El fitoplancton como base de la red trófica marina



Nota. De "Guía didáctica, la red trófica", por ICM, 2022 (https://elmarafons.icm.csic.es/la-red-trofica/).

Figura 3

Fitoplancton y el ciclo de carbono oceánico



Nota. De *"El papel del ciclo de carbono oceánico en los cambios atmosféricos de CO2"* (p. 55), por A. Rosell, A. Martínez y N. Núñez , 2009 (https://divulgameteo.es/uploads/Ciclo-carbono-oceanico).

2.2.5. Variables ambientales del agua

2.2.5.1. Temperatura

La temperatura es el parámetro con mayor relevancia para comprender los intercambios atmosfera – océano, así como para el desarrollo de sistemas biológicos (Upadhyay, 2020).

El agua oceánica presenta condiciones térmicas que influyen directamente sobre otras en sus propiedades. Así mismo, la temperatura actúa en la distribución de las masas de aguas oceánicas, debido a cambios de la densidad, estableciendo las masas menos densas y calientes en la superficie y las más densas y frías a más profundidad (Cifuentes L. et al., 2000; Nasreen, 2022).

En el país, la determinación de este parámetro es fundamental ya que es un indicador de la presencia de fenómenos como El Niño, que alteran el clima de la costa provocando inundaciones y deslizamientos de tierras que generan daños en la agricultura e infraestructura vial (SENAMHI, 2014).

En el mar peruano la Temperatura Superficial del Mar (TSM) presenta una alta variabilidad a escala temporal y espacial, dando lugar a gradientes zonales y meridionales que llegan a mayor temperatura entre febrero y marzo al norte del mar peruano, registrándose temperaturas máximas de 26°C por fuera de las 150 millas náuticas de la costa. Al sur del mar peruano se dan temperaturas mínimas entre 13°C y 17°C a partir de los meses de agosto y setiembre, esto como consecuencia por el incremento de vientos y afloramientos costeros (IMARPE, 2013).

2.2.5.2. Transparencia del mar

La transparencia del mar está determinada por el grado de absorción de la radiación solar. La inserción de la luz solar en el mar disminuye exponencialmente con la profundidad y el contenido de materia orgánica en suspensión, este último hace que la intensidad de la luz reduzca al ser absorbida por estas partículas, suceso denominado como coeficiente de absorción o extinción de

la luz. Para su medición se utiliza un disco blanco de 30 cm. de diámetro, conocido como disco de Secchi, el cual se sumerge y se anota la profundidad a la que el disco desaparece de la vista, teniendo así la profundidad aproximada en la que penetran las radiaciones solares (Zhou et al., 2021).

2.2.5.3. Clorofila-a

La clorofila-a es un pigmento fotosintético de color verde que está presente en el fitoplancton. Comprende el indicador básico de producción primaria en el océano producto del resultado de la corriente de las masas de agua y de condiciones de nutrientes y luz solar. De esas condiciones es que dependerá la concentración y variación de clorofila (Picado et al., 2013).

Son abundantes en primavera y verano, debido a la presencia de luz y nutrientes que mantienen grandes floraciones de fitoplancton. Además, la concentración de clorofila marina permite estimar la cantidad de fitoplancton y de la actividad biológica. Todos los tipos de clorofila (a, b y c) absorben diferentes longitudes de ondas correspondientes a colores azul y rojo del espectro y emiten luz verde, influyendo al color del océano. (Cassidy, 2022).

La presencia de clorofila en el océano modifica la forma en que absorbe y refleja la luz solar, permitiendo estudios de mapeo sobre la ubicación y cantidad de fitoplancton. Así mismo, ofrece información importante sobre la salud ambiental del océano (NASA Earth Observatory & Global Maps, 2022).

2.2.5.4. Potencial de hidrogeno

El pH se refiere a la concentración de iones hidrogeno (H+) y oxhidrilos (OH-) que le atribuye las propiedades de alcalinidad o acidez a una solución.

El agua de mar tiene un pH levemente alcalino, con una concentración entre 7.5 y 8.5 y esta varía en función de factores como la temperatura, debido a que, si la temperatura aumenta, el pH del agua disminuye y pasa a la acidez. Otros factores que

influyen en su variación es la salinidad, la presión o profundidad y la actividad biológica de los organismos marinos (Parker, 2016). Conocer el pH del agua oceánica es de gran importancia debido a que muchos fenómenos biológicos posiblemente estén regulados por este parámetro y tenga influencia en las migraciones de varias especies marinas, por tal motivo es de gran interés su determinación y valoración (Y. Li et al., 2022).

2.2.5.5. Salinidad

La salinidad es un parámetro que proporciona características al agua oceánica y está ligada a procesos de evaporación y precipitación. Su composición es resultado de la combinación de sales disueltas como cloruros, sulfatos y carbonatos, siendo el cloruro de sodio la sal con mayor cantidad en el mar oceánico ya que abarca el 80% de las sales (Baar et al., 2017).

La distribución de la salinidad no es constante ni uniforme, varia de un lugar a otro, tanto en dirección horizontal como vertical, incluso en un mismo lugar del océano puede presentar oscilaciones en distintas estaciones anuales. Entre los factores que cambian la salinidad oceánica, está la temperatura elevada que genera una evaporación alta aumentando la salinidad, y el aporte de aguas dulces que mediante dilución reducen la cantidad de salinidad (Olson et al., 2022).

En el mar peruano, la salinidad tiene concentraciones de 33,2 a 35,6 PSU (Unidades Practicas de Salinidad) en temporada de verano y 33,8 a 35,4 PSU en temporada de invierno (IMARPE, 2013).

2.2.5.6. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto se define como la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, y es fundamental para sostener la vida acuática y los procesos biológicos de producción. Cuando el oxígeno es disuelto en el agua se difunde y distribuye lentamente

dependiendo del movimiento de las masas de aguas. El oxígeno es también responsable de fenómenos esenciales como la respiración de todos los seres vivos acuáticos y la descomposición de la materia orgánica de los organismos. Se calcula su cantidad disuelta en partes por millón ppm, siendo equivalente a miligramos por litro mg/L (Sawyer & McCarty, 1978; Vivas Aguas, 2011).

El oxígeno también se genera mediante la fotosíntesis en las capas superiores por las microalgas fitoplanctónicas. Además, las concentraciones de oxígeno disuelto en los ambientes costeros pueden mostrar variaciones espaciales y temporales que evidencia importantes cambios en la temperatura, salinidad, profundidad, turbulencia y actividad biológica (Vivas Aguas, 2011).

2.2.5.7. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica. Su capacidad depende de las concentraciones de iones disueltos, la fuerza iónica y la temperatura de las mediciones. El agua oceánica presenta una alta conductividad eléctrica, donde contribuyen la polaridad del agua y la cantidad variada de iones disueltos, los iones conducen con facilidad la corriente eléctrica (Morales Ampuero, 2017).

La CE varía en función con la temperatura y la salinidad, mientras más iones haya en la solución mayor será la conductividad y salinidad, y a mayor salinidad, mayor conductividad. Asimismo, la medición de este parámetro permite conocer la salinidad del agua de mar (Morales Ampuero, 2017).

2.2.5.8. Sólidos disueltos totales

Los sólidos disueltos totales describen la presencia de sales inorgánicas como calcio, potasio, magnesio, sodio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos y cantidades mínimas de materia orgánica disueltas en el agua. Los TDS están relacionados con la conductividad eléctrica (CE), debido a que el aumento progresivo de la cantidad de sales disueltas en el agua genera un mayor valor

de la CE. Estos dos parámetros son además indicadores del nivel de salinidad que los hacen útiles como una forma de estudiar la intrusión de agua de mar y sus valores están correlacionados (Rusydi, 2018).

2.2.5.9. Nutrientes

Los nutrientes son compuestos químicos presente en el agua marina que son utilizados por las plantas marinas (algas) para formar sus tejidos, crecimiento y desarrollo (Hutchins & Capone, 2022). Los nutrientes se encuentran en diversas formas dentro de los ecosistemas acuáticos, pero solo las formas inorgánicas disueltas están disponibles para ser aprovechadas por los productores primarios. Los nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), y amonio (NH_4) representan las principales formas de nitrógeno, esenciales en la síntesis de proteínas, y dependientes de la actividad biológica existente, siendo fundamentales en el ciclo del nitrógeno, específicamente en la oxidación del amonio a nitratos y el resultado de un proceso de degradación de materia orgánica (Chen et al., 2023). Los nitratos constituyen la forma más oxidada del nitrógeno inorgánico, mientras que los nitritos son las sustancias intermedias que se generan en el proceso de oxidación del amonio a nitratos, y los niveles de amonio son principalmente como resultado de la actividad biológica. Son considerados un producto fundamental para el crecimiento y por ser relativamente inerte, es asimilable directamente por las plantas (Hutchins & Capone, 2022). Otro factor limitante para el crecimiento del plancton es el fosfato (PO_4) el cual es aprovechado por el fitoplancton tanto en condiciones de luz como de oscuridad. Este nutriente desempeña una función clave en los procesos celulares, ya que integra compuestos esenciales involucrados en el metabolismo energético de las células, como el ATP, y además puede actuar como un factor limitante en la productividad del ecosistema (Grosman et al., 2019).

2.3. Definición de términos

- **Área natural protegida:** son espacios marinos o continentales del territorio peruano que son reconocidos y declarados con el fin de conservar su diversidad biológica e interés científico, cultural y paisajístico para un desarrollo sostenible del país (SERNANP, 2016).

- **Cadena trófica acuática:** también llamadas cadenas alimenticias acuáticas, es una secuencia alimenticia donde los organismos que se alimentan de un eslabón sirven de alimento para los organismos del siguiente eslabón. Los productores primarios toman la energía del ambiente a través de fotosíntesis para formar la base de la cadena alimenticia, luego esta energía pasa a los consumidores primarios y posteriormente a los consumidores secundarios. Los organismos muertos, se convierten en alimento y energía para los descomponedores (Instituto Español de Oceanografía, 2012).

- **Zona submareal:** es una de las tres zonas de vida dentro del bioma costero, un conjunto de ecosistemas ubicados en la zona de transición entre la tierra y el mar. La zona submareal o sublitoral se extiende desde el límite inferior de la marea baja (justo después de la zona intermareal) hasta el borde de la plataforma continental. Se caracteriza por estar siempre sumergida, incluso durante la marea baja, diferenciándose de la zona intermareal, que está expuesta al aire durante la marea baja y sumergida durante la marea alta. Presenta un ambiente más estable, con mayor diversidad biológica, y generalmente recibe suficiente luz para permitir la fotosíntesis (Woodward, 2003; Carrasco, 2004; Paniagua, 2015).

- **Ecosistema submareal:** se ubica dentro de la zona submareal, y es un ecosistema que albergan una gran diversidad de comunidades bentónicas que viven en el fondo marino, como invertebrados, algas y pastos marinos. En la columna de agua, viven los planctónicos como fitoplancton y zooplancton, además de la comunidad nectónica que contrarrestan las corrientes marinas, entre ellas están los peces y mamíferos (SERNANP, 2016).

- **Estándar de calidad ambiental (ECA):** medida que establece el nivel de concentración máximo de parámetros físicos, químicos y biológicos

presentes en el agua, aire o suelo, en su condición de cuerpo receptor que no representa riesgo importante para el ambiente y la salud de las personas (MINAM, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es básico, pues busca incrementar y profundizar el conocimiento científico existente de un tema o fenómeno (Hernández et al., 2014).

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación corresponde al tipo descriptivo – correlacional, porque como descriptivo busca explicar la acción de un fenómeno de estudio mediante su caracterización (Arias, 2012). En el presente estudio se hizo la descripción de la estructura comunitaria del fitoplancton. Y de carácter correlacional porque tiene como finalidad establecer la asociación entre dos variables, para lo cual se hace el estudio de cada variable y posteriormente las pruebas estadísticas para la estimación de correlación (Hernández et al., 2014). En la investigación se determinó la asociación existente entre la estructura comunitaria del fitoplancton y las variables ambientales del agua en la reserva de Punta Coles.

El diseño de investigación es tipo no experimental-longitudinal, debido a que las variables no se manipulan, se recopila información cuantitativa y se observa la asociación de variables en estratos y tiempo (Hernández et al., 2014).

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. Ámbito temporal

En la presente investigación se consideró dos estaciones del año: primavera (octubre) del 2023 y otoño (abril) del 2024, en el que se recolectaron los datos mediante la evaluación de las variables ambientales y la colecta de muestras de fitoplancton.

3.2.2. Ámbito espacial

El lugar de ejecución de la presente investigación se realizó en la zona marino de la Reserva Punta Coles, comprendió toda el área de la reserva tanto la zona norte y sur, a una distancia de la costa de 150 y 500 m. La reserva está ubicada en la provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua, situada a unos 7 km aproximadamente al suroeste de la ciudad de Ilo. Tiene una extensión terrestre y marino de 3365.14 hectáreas - Guión interpretativo Punta Coles del SERNANP (2023). (ver Anexo 2: Mapa de ubicación de puntos de muestreo).

Tabla 2

Ubicación de los puntos de muestreo en la Reserva de Punta Coles

UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO			
Puntos	**Prof (m)**	**Coordenadas UTM WGS84 - 19S**	
		Norte	**Este**
P1	0 5	8042128	248151
P2	0 15	8042271	247473
P3	0 10	8041643	247706
P4	0 20	8041836	247022
P5	0 15	8041172	247249
P6	0 20	8040812	246664
P7	0 20	8040521	247225
P8	0 15	8040002	247625
P9	0 10	8040646	247862
P10	0 30	8040061	248280
P11	0 10	8040556	248508
P12	0 20	8040234	249060
P13	0 5	8040912	249051
P14	0 5	8040995	249633
P15	0 5	8041531	249191

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Está conformada por la comunidad fitoplanctónica a dos niveles de profundidad (superficie y fondo) en la reserva de Punta Coles.

3.3.2. Muestra

Se llevó a cabo un muestreo no probabilístico, del tipo por conveniencia, debido a que está en función a la accesibilidad, recursos, tiempo de ejecución, y facilidad de acceso a los puntos para la toma de muestras (Hernández et al., 2014).

3.4. Instrumentos

3.4.1. Para el muestreo de fitoplancton

Para la toma de muestras de fitoplancton se siguió el Manual de Procedimientos para el Muestreo y Ensayo Semicuantitativo y Cuantitativo del Fitoplancton (Resolución Directoral N° 210-2010) del IMARPE (2010), que describe los instrumentos y procedimientos para la toma de muestras colectadas con red y las muestras de agua colectadas con botella Niskin. Los equipos, materiales y preservantes utilizados fueron:

Equipos:

- Embarcación
- GPS
- Botella Niskin de 10 L

Materiales:

- Red de plancton con malla de 60 µm
- Frascos de plástico de 250 mL con tapa rosca
- Frascos de vidrio de 100 mL con tapa rosca
- Cooler
- Hielo
- Pizarra
- Marcador
- Chaleco salvavidas

- Cámara fotográfica

Preservantes:

- Formalina neutralizada al 20%

3.4.2. Para el análisis de muestras fitoplanctónicas

Para la identificación taxonómica del fitoplancton se realizó con el método directo de observación microscópica, utilizando trabajos especializados y guías de identificación de fitoplancton de Cupp (1943), Sournia (1991), Hasle & Syvertsen (1997), Espinoza (2013) y el catálogo digital de fitoplancton del IMARPE. Además, se confirmó la validez de las nomenclaturas en la base de datos de plancton Algae Base (Guiry & Guiry, 2013).

La cuantificación del fitoplancton fue analizada por el método de Utermöhl (Edler & Elbrächter, 2010) y siguiendo el Manual de Muestreo y Ensayo Semicuantitativo y Cuantitativo del Fitoplancton del IMARPE (2010), que describen el procedimiento del método microscópico de Utermöhl para el análisis cuantitativo del fitoplancton. Para la identificación y cuantificación se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

Equipos:

- Kit cámara de sedimentación Utermöhl para conteo: cilindros de 25 y 50 mL de volumen, y una placa inferior de vidrio.
- Microscopio invertido marca ZEISS
- Microscopio óptico marca ZEISS
- Objetivos de 10X, 20X, 40X y 100X
- Retícula ocular con 2 líneas paralelas horizontales y una tercera línea vertical
- Micrómetro ocular

Materiales:

- Pipetas Pasteur
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Contador manual

- Aceite de inmersión
- Lugol
- Papel tisú
- Piseta
- Agua destilada
- Cámara fotográfica
- Formato de listado de taxas

3.4.3. Para la evaluación de variables ambientales del agua

Con la finalidad de obtener datos fiables, el monitoreo y evaluación de las variables ambientales se realizó siguiendo la metodología del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) de la Autoridad Nacional del Agua (2016). Para la evaluación de la Clorofila-a se siguió el procedimiento del Manual del equipo Fluorómetro AlgaeTorch. Los equipos y materiales utilizados fueron:

Equipos:

- Multiparámetro marca YSI Professional Plus
- Fluorómetro portátil modelo AlgaeTorch BBE
- Botella Niskin de 10 L
- Disco Secchi de 30 cm de diámetro

Materiales:

- Balde de plástico
- Agua destilada
- Papel tisú
- Jarra de plástico
- Lapicero
- Ficha de campo
- Pizarra
- Marcador

3.5. Procedimientos

3.5.1. Muestreo de fitoplancton

Se georreferenció cada punto de muestreo con el GPS, usando el sistema de coordenadas UTM. Las muestras fueron colectadas de acuerdo con la metodología del IMARPE (2010). Se colectaron muestras de agua a nivel superficie y fondo en cada punto de muestreo con la botella Niskin de 10 L de capacidad, la profundidad del fondo se determinó con un peso cilíndrico de 10 kg acoplado a la botella Niskin y una cuerda graduada con marcas de profundidad cada 1 metro, se bajó la botella dejando un margen de 1 metro antes de tocar el fondo para tomar la muestra. El contenido en la botella se trasvaso en submuestras de frascos de 100 mL para la cuantificación del fitoplancton (Figura 4). Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada.

Asimismo, se colectaron muestras superficiales con red fitoplanctónica de 60 µm, haciendo arrastres verticales. Una vez teniendo la muestra en el colector acoplado a la red, se procedió a trasvasar el contenido a un frasco de 250 mL para la identificación del fitoplancton (Figura 5). Se preservó las muestras con formalina neutralizada.

Se conservaron las muestras en un cooler con hielo hasta su traslado a laboratorio.

Figura 4

Colecta de muestras de agua con botella Niskin para la medición de variables ambientales y análisis de fitoplancton

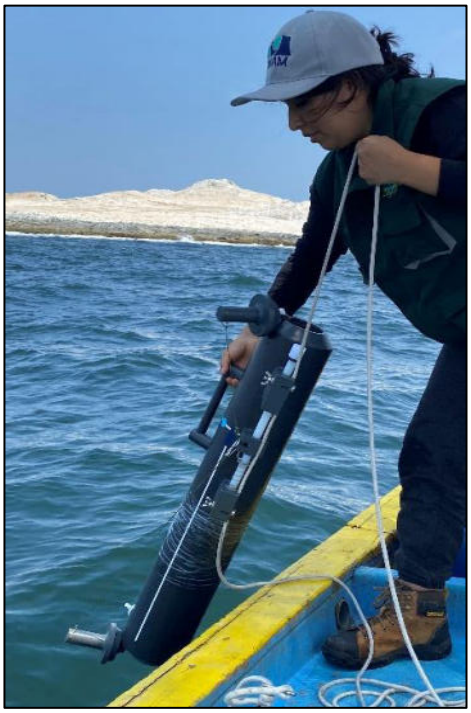


Figura 5

Colecta de muestras de agua con red para la identificación de fitoplancton



3.5.2. Evaluación in situ de variables ambientales del agua

Se tomó muestras de agua superficial con un balde y a profundidad con la botella Niskin. Una vez colectadas las muestras se midieron *in situ* las variables de temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos con el multiparámetro YSI Professional Plus (Figura 6). Se registró las lecturas en la Ficha de Campo.

La transparencia de la columna de agua se determinó mediante el uso del disco Secchi de 30 cm de diámetro, el cual se encontraba atado a una cuerda graduada y se descendió verticalmente por el costado de la embarcación hasta el punto en que dejo de ser visible y posteriormente se ascendió hasta reaparecer en la superficie. La profundidad de Secchi se calculó como el promedio entre ambas lecturas, expresándolo en metros, el cual se registró en la Ficha de Campo (Figura 7).

Además, se determinó *in situ* la presencia de Clorofila-a a nivel superficie y fondo utilizando el fluorómetro portátil Algaetorch que cuantifica el contenido total de Clorofila-a en µg/L presente en el agua. Previo a la medición, se acondicionó el instrumento y estuvo conectado a una laptop a través de su software bbe++ para la visualización de las lecturas. Se colocó la sonda del fluorómetro directamente al agua a nivel superficial y se realizaron las mediciones, para el nivel fondo se tomaron muestras utilizando la botella Niskin y un balde, y se insertó la sonda para las mediciones correspondientes. El fluorómetro emite luz especifica hacia la muestra y luego detecta la fluorescencia emitida, la intensidad de la luz emitida por la muestra se recoge y se convierte en una lectura cuantificable de la concentración de clorofila-a. Se registró y guardó las lecturas en el programa. Para este procedimiento se siguió las indicaciones del Manual del instrumento (bbe moldaenke, 2018). Los valores de los nutrientes, nitrato (NO_3) y fosfato (PO_4) fueron obtenidos del Informe de Ensayo MA2334669 (muestreo realizado en primavera) y del Informe de Ensayo N° 2-01426/24 y N° 2-01427/24 (muestreo realizado en otoño) como parte del proyecto “Estructura oceanográfica, ecológica y molecular de la biodiversidad submareal de la reserva

nacional de Punta Coles, para su manejo sostenible", que consideró doce puntos de muestreos iguales al del presente estudio.

Figura 6

Procedimiento de medición de variables ambientales con el multiparámetro



Figura 7

Procedimiento de medición de transparencia del agua usando disco Secchi



3.5.3. Análisis de muestras fitoplanctónicas

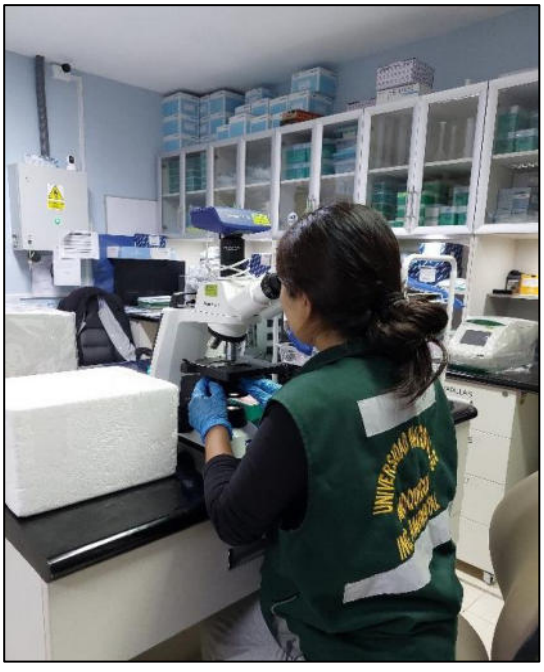
Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología (BIOMIB) de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua.

a. Identificación de fitoplancton

De las muestras obtenidas con la red, se inició homogenizando la muestra y se tomó un volumen con la pipeta y se colocó sobre un portaobjeto y sobrepuesto un cubreobjeto, se llevó al microscopio óptico para su observación e identificación con objetivos de 10x, 40x y 100x (se utilizó aceite de inmersión para una mejor visualización de los organismos). Así mismo, se utilizó lugol para una mejor observación de los organismos. Se realizaron las observaciones hasta identificar los organismos a nivel especie y en algunos casos a nivel de género, y así obtener el mayor número de individuos identificados posibles de la muestra (Figura 8). Este proceso se repitió desde cinco veces hasta llegar a determinar la totalidad de los organismos presentes. Se registraron tomando fotografías de cada especie identificado y se anotaron todos los organismos identificados en el formato de listado.

Figura 8

Identificación de fitoplancton en microscopio óptico



b. Cuantificación de fitoplancton

Se inicio acondicionando el pack Utermohl armando la placa base (cámara de sedimentación) sobre el soporte de manipulación, y se colocó encima el cilindro de sedimentación. Se homogenizó la muestra recolectada con la botella Niskin con movimientos rotatorios verticales y horizontales durante 1 a 3 minutos, y se vertió el contenido en los cilindros de sedimentación de 25 y 50 mL, se recubrió la parte superior del cilindro con una lámina cubre redondo, dejando sedimentar por un tiempo de 12 a 24 horas, respectivamente (Figura 9). Finalizado el tiempo de sedimentación, se procedió a eliminar el agua del cilindro deslizándolo con una lámina cubre cuadrado hacia el orificio que se encuentra en la parte extrema de la placa base, quedando lista la muestra sedimentada contenida en la cámara. Se llevó la cámara de sedimentación al microscopio invertido para realizar el conteo de las células sedimentadas utilizando objetivos con aumento de 10x y 40x (Figura 10). El conteo se realizó en cámara completa desplazándola de derecha a izquierda y viceversa, con ayuda de las líneas paralelas contenida en la retícula ocular (Figura 11).

Los resultados se expresaron en número de células por litro (cél/L), mediante la fórmula del método Utermohl (Edler & Elbrächter, 2010):

$$Cells.L^{-1} = N * \left(\frac{At}{Ac}\right) * \frac{1000}{V}$$

Donde:
V: volumen del cilindro de sedimentación (mL)
At: área total de la cámara de conteo (mm^2)
Ac: área contada de la cámara de conteo (mm^2)
N: número de unidades (células) de especies especificas contadas

Figura 9

Muestra de fitoplancton sedimentado en cámara de Utermöhl

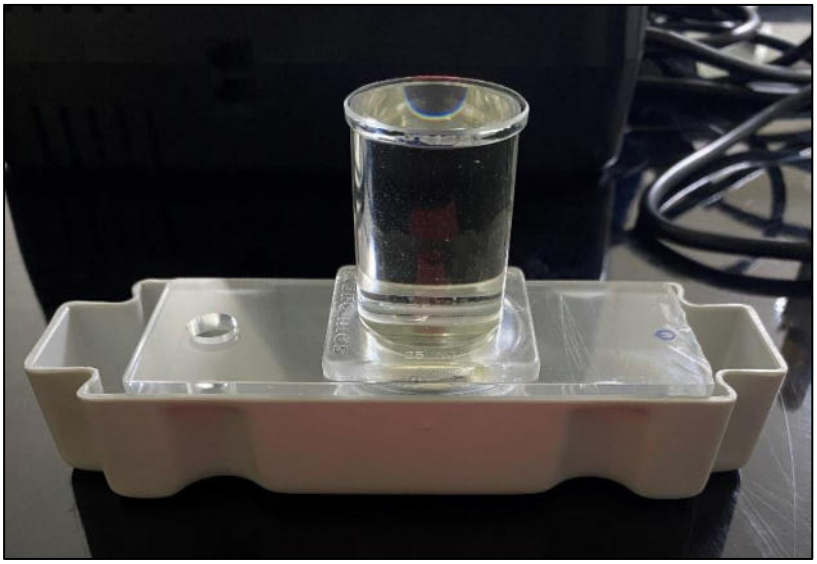


Figura 10

Conteo de células de fitoplancton usando microscopio invertido

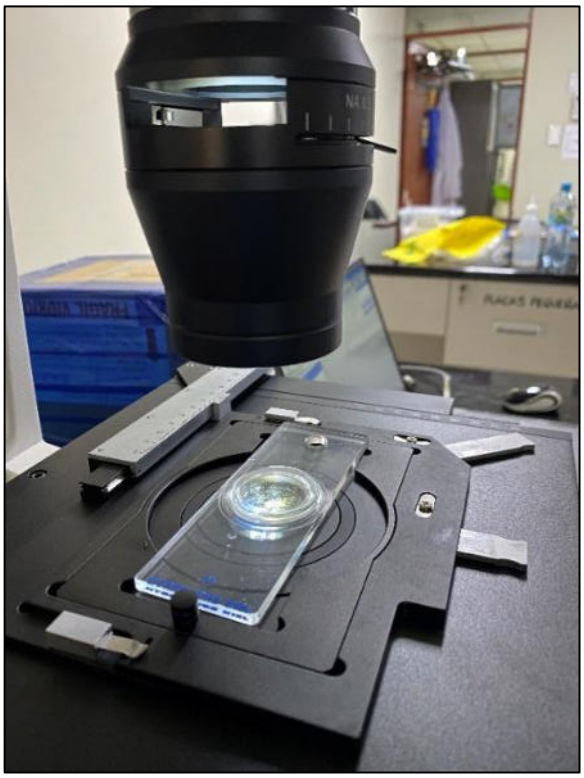
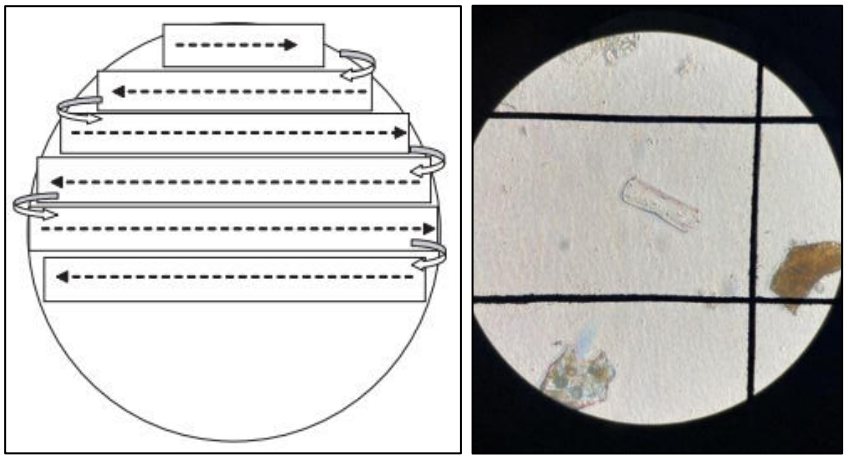


Figura 11

Conteo en cámara completa con la retícula ocular con las líneas paralelas



3.6. Análisis de Datos

3.6.1. Composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica

Para la composición se elaboró una matriz de clasificación taxonómica de las especies y/o géneros identificados, con sus respectivas categorías taxonómicas. Además, se representó en un gráfico de columnas la riqueza de especies por phylum y puntos de muestreo, y una tabla con las especies más frecuentes (frecuencia relativa porcentual).

La abundancia se determinó mediante el conteo de los taxones, representado en una matriz en unidades de numero de células por litro (N° cél./L). También se calcularon las especies más abundantes (abundancia relativa) en un gráfico circular; y la abundancia celular (cél./L) por phylum y puntos de muestreo mediante un gráfico de columnas.

Las matrices, cálculos y gráficos mencionados se realizaron en el programa Microsoft Excel y considerando las dos estaciones climáticas.

Adicionalmente, con las matrices de abundancia (cél/L), se calcularon los índices de diversidad, dominancia y equidad utilizando el programa PRIMER Versión 6. Esto permitió interpretar sus variaciones

por cada punto de muestreo y estación climática. Los índices calculados son:

- Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H'):

  Muestra el grado de uniformidad de los valores de importancia mediante todas las especies presentes en la muestra (Magurran, 1988), esto nos permite calcular la diversidad biológica en los ecosistemas, expresado como:

$$H' = -\sum_{i}^{s} (pi)(\log_e pi)$$

  Donde:

  pi: ni/N, proporción del número de individuos de una especie entre el número total de individuos colectados

  n_i: número de individuos de la especie i

  N: número total de individuos

  Un numero alto del índice significa diversidad alta del área, donde hay múltiples taxas o una distribución equitativa de especímenes. Un número del índice es cercano a cero cuando los especímenes conforman un único grupo taxonómico. Generalmente, el índice presenta un rango entre 1.5 y 3.5, sin embargo, el valor puede ser mayor a 4.5 (Magurran, 1988).

- Índice de Dominancia de Simpson (λ):

  Determina la distribución de los especímenes de un área y es influenciada por las especies con más abundancia (Moreno, 2001). Se expresa como:

$$D_{si} = \sum_{i=1}^{s} pi^2$$

  Donde:

  pi: ni/N

  n_i: número de individuos de la especie i

  N: número total de individuos

Sus valores tienen un rango de 0 y 1; donde el número próximo al cero indica que no existen taxas significativamente más abundantes que las demás; caso contrario con los valores próximos uno (Moreno, 2001).

- Índice de Equidad de Pielou (J')

Determina la uniformidad en la distribución de los patrones de abundancia de especies en un ecosistema. La uniformidad es mayor cuando todas las especies son representadas por un mismo número de individuos (Pielou, 1966). Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H'}{lnS}$$

Donde:

H': índice de Shannon-Wiener
S: número de individuos de la especie i

Presenta valores de 0 a 1, donde el valor de 1 indica que todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia y el valor 0 cuando la abundancia de especies es menos equitativa.

3.6.2. Variables ambientales del agua

Se elaboró una matriz con los valores de las variables ambientales y se representó en mapas comparativos realizados en el software Surfer que muestran la variación de cada parámetro ambiental por profundidad y punto de muestreo. Este procedimiento se realizó para ambas estaciones climáticas.

3.6.3. Relación de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales

Se calculó la prueba de normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk, y posteriormente el coeficiente de correlación de Spearman y Pearson para determinar la relación entre la comunidad fitoplanctónica (con los datos de riqueza, abundancia y diversidad) y las

variables ambientales, estos análisis se realizaron en el programa estadístico SPSS. Finalmente, se complementó utilizando la prueba multivariada de Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para determinar de forma conjunta y simultanea la relación entre las variables ambientales y los grupos fitoplanctónicos (abundancia de phylum) en ambas estaciones, se utilizó el programa Past versión 4.17 para su análisis.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Composición taxonómica del fitoplancton

4.1.1.1. Estación primavera

Se identificaron un total de 102 especies ubicados taxonómicamente en 36 familias y 03 phylum, de las cuales el phyllum Bacillariophyta representó el grupo con mayor riqueza de especies, seguidos de Miozoa y Dictyochophyta (Tabla 3). La clasificación taxonómica se encuentra consignada en el Anexo 5.

Tabla 3

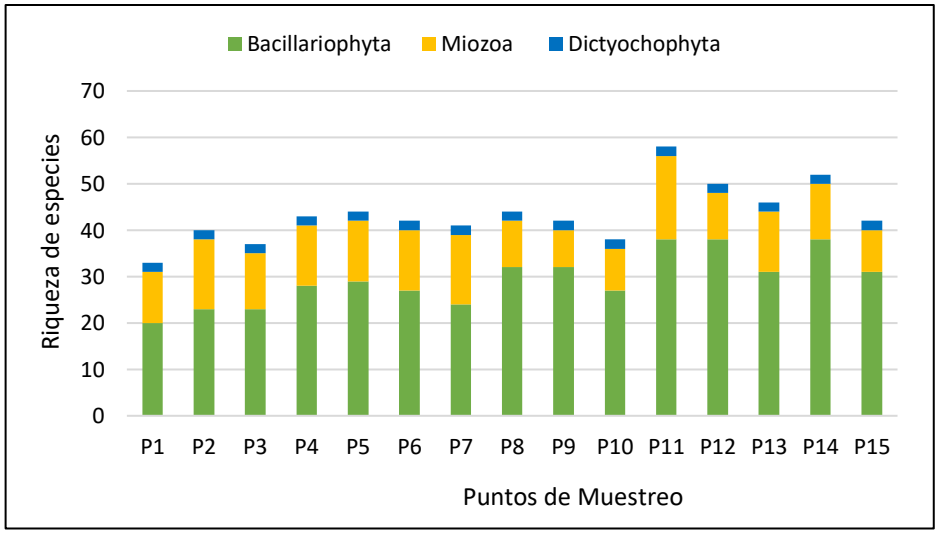
Número de especies y riqueza relativa por phylum del fitoplancton (primavera)

Phylum	Número de especies	Riqueza relativa (%)
Bacillariophyta	72	70,59
Miozoa	28	27,45
Dictyochophyta	2	1,96
Total	**102**	100

La mayor riqueza de especies en los puntos de muestreo se encontró en P11 (con 58 especies), y la menor riqueza en P1 con 33 especies (Figura 12).

Figura 12

Riqueza de especies por phylum y punto de muestreo (primavera)



Las Bacillariophyta más frecuentes en el muestreo fueron *Coscinodiscus radiatus*, *Thalassionema nitzschioides* y *Licmophora abbreviata*. Entre las Miozoa destacaron *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* y *Pyrophacus horologium*. Las Dictyochophyta fueron *Dictyocha octonaria* y *Dictyocha fibula* (Tabla 4).

Tabla 4

Especies más frecuentes en la Reserva Nacional de Punta Coles (primavera)

Phylum	Frecuencia (%)
Bacillariophyta	
Coscinodiscus radiatus	100
Thalassionema nitzschioides	100
Licmophora abbreviata	100
Chaetoceros decipiens	93
Navicula sp. 1	80
Gomphonema sp.	80
Coscinodiscus granii	73
Grammatophora marina	73
Miozoa	
Ceratium furca	93
Ceratium fusus	80
Pyrophacus horologium	80
Dinophysis acuminata	73
Dinophysis rotundata	73
Protoperidinium steinii	73
Dictyochophyta	
Dictyocha octonaria	100
Dictyocha fibula	93

4.1.1.2. Estación otoño

Fueron identificados un total de 127 especies ubicados taxonómicamente en 43 familias y 03 phylum, de las cuales el phyllum Bacillariophyta representó el grupo con mayor riqueza de especies, seguidos de Miozoa y Dictyochophyta (Tabla 5). La clasificación taxonómica se encuentra consignada en el Anexo 6.

Tabla 5

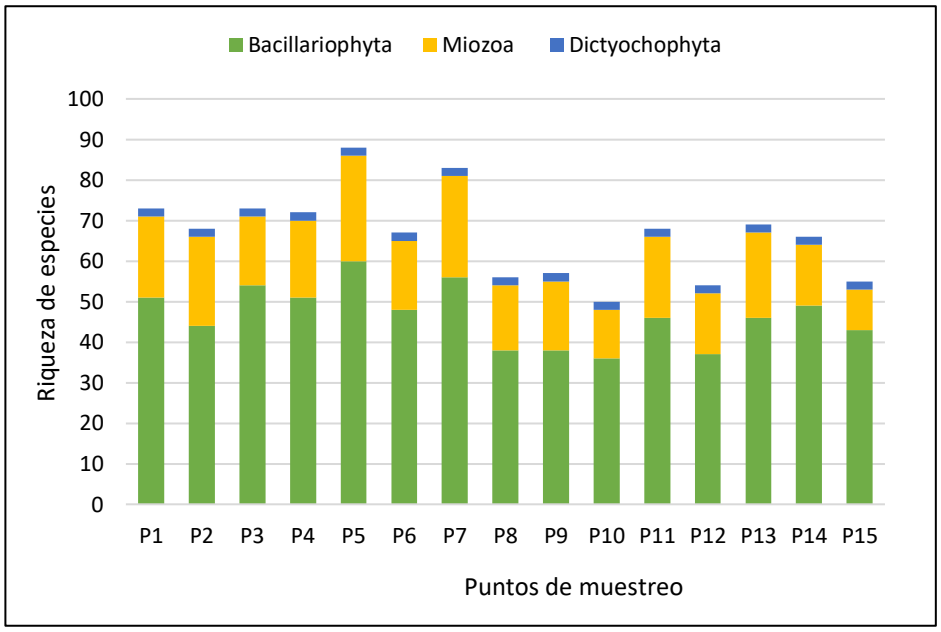
Número de especies y riqueza relativa por phylum del fitoplancton (otoño)

Phylum	Número de especies	Riqueza relativa (%)
Bacillariophyta	91	71,65
Miozoa	34	26,77
Dictyochophyta	2	1,57
Total	**127**	100

La mayor riqueza de especies en los puntos de muestreo se encontró en P5 (con 88 especies), y la menor riqueza en el punto P10 con 50 especies (Figura 13).

Figura 13

Riqueza de especies por phylum y punto de muestreo (otoño)



Las Bacillariophyta más frecuentes en el muestreo fueron *Coscinodiscus granii, Pseudo-nitzschia sp. 1* y *Guinardia striata*. Entre las Miozoa destacaron *Protoperidinium pellucidum*, *Protoperidinium minutum* y *Protoperidinium sp. 1*. Las Dictyochophyta fueron *Dictyocha octonaria* y *Dictyocha fibula* (Tabla 6).

Tabla 6

Especies más frecuentes en la Reserva Nacional de Punta Coles (otoño)

Phylum	Frecuencia (%)
Bacillariophyta	
Coscinodiscus granii	100
Pseudo-nitzschia sp. 1	100
Guinardia striata	100
Odontella mobiliensis	100
Asterionellopsis glacialis	100
Entomoneis sp.	100
Corethron criophilum	100
Coscinodiscus radiatus	93
Rhizosolenia setigera	93
Chaetoceros lorenzianus	93
Chaetoceros sp. 2	93
Gomphonema sp. 2	93
Lithodesmium undulatum	93
Miozoa	
Protoperidinium pellucidum	93
Protoperidinium minutum	93
Protoperidinium sp. 1	93
Gonyaulax sp. 1	87
Scrippsiella trochoidea	87
Ceratium sp. 1	73
Prorocentrum micans	73
Dictyochophyta	
Dictyocha octonaria	100
Dictyocha fibula	100

4.1.2. Abundancia de la comunidad de fitoplancton

En las dos estaciones climáticas el phyllum más abundante fue Bacillariophyta que tuvo una abundancia relativa superior al 80%, seguida por Miozoa y por último Dictyochophyta (Tabla 7). La matriz de abundancia (cél/L) se encuentra consignada en los Anexos 7 al 12.

Tabla 7

Abundancia celular (cél/L) y abundancia relativa (%) de los phyllum del fitoplancton en las dos estaciones climáticas de muestreo

	Primavera		Otoño	
Phyllum	**Abundancia (cél/L)**	**Abundancia relativa (%)**	**Abundancia (cél/L)**	**Abundancia relativa (%)**
Bacillariophyta	2.528.362	84,69	1.799.760	87,61
Miozoa	335.380	11,23	144.000	7,01
Dictyochophyta	121.600	4,07	110.480	5,38
Total	2.985.342	100,00	2.054.240	100,00

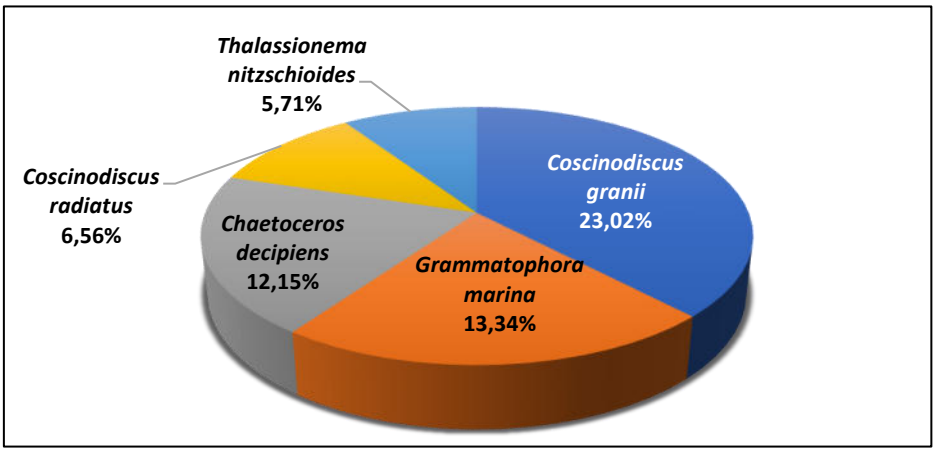
4.1.2.1. Estación primavera

Las especies más abundantes fueron *Coscinodiscus granii* (23,02%) registró la abundancia más alta, le siguen *Grammatophora marina* (13,34%), *Chaetoceros decipiens* (12,15%), *Coscinodiscus radiatus* (6,56%) y *Thalassionema nitzschioides* (5,71%) (Figura 14).

En cuanto a las especies menos abundantes todas presentaron una abundancia relativa de 0,003% del total cél/L, estas especies fueron: *Actinocyclus* sp*, Pseudo-nitzschia delicatissima, Diploneis didyma, Odontella longicruris, Guinardia delicatula, Dinophysis* sp*. 1, Pyrophacus* sp*. 1* y *Gonyaulax* sp.

Figura 14

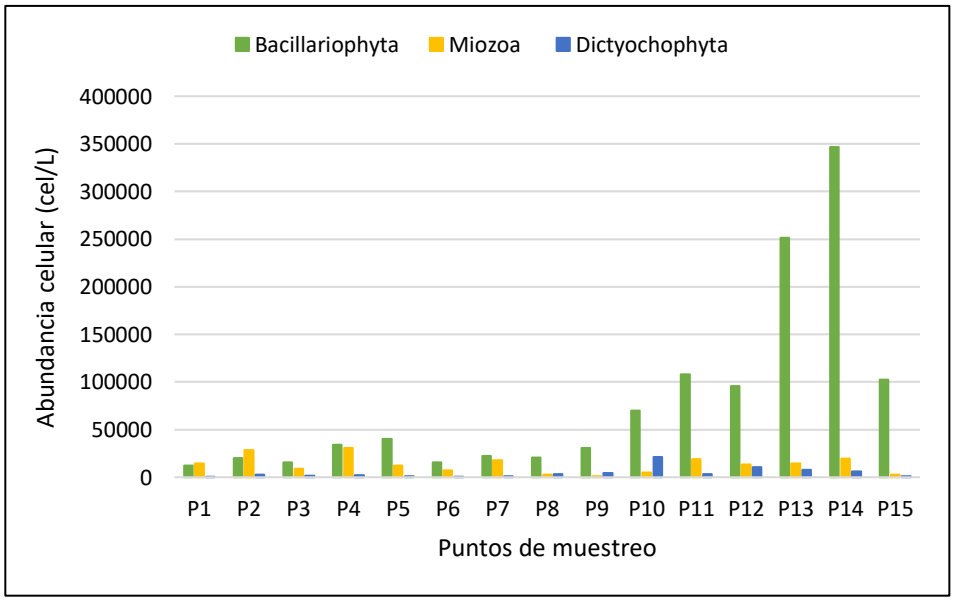
Abundancia relativa (%) de las especies más abundantes encontradas durante el muestreo en primavera



En la abundancia relativa fitoplanctónica a nivel superficial, los principales phyllum dominantes fueron Bacillariophyta con 71,38 %, Miozoa con 22,94 % y Dictyochophyta con 5,68 %. Por puntos de muestreo se obtuvo que los puntos P14 y P13 fueron las que presentaron mayor abundancia celular de la comunidad fitoplanctónica con 372.500 cél./L (25,67%) y 273.100 cél./L (18,82%), respectivamente (Figura 15).

Figura 15

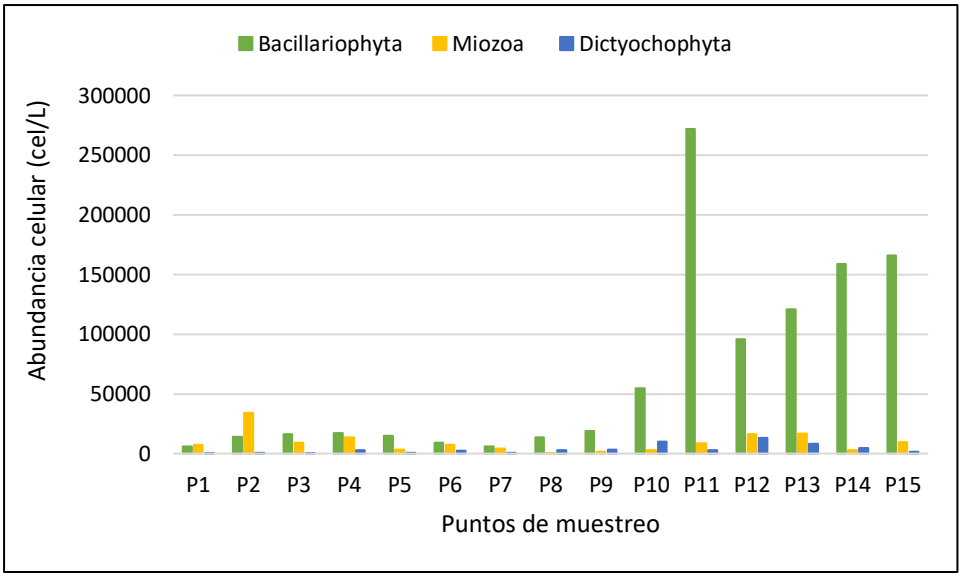
Abundancia celular (cél./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel superficial (estación primavera)



En la abundancia relativa fitoplanctónica a nivel fondo, los principales phyllum dominantes fueron Bacillariophyta con 70,52 %, Miozoa con 22,76 % y Dictyochophyta con 6,72 %. Por puntos de muestreo se obtuvo que los puntos P11 y P15 fueron las que presentaron mayor abundancia celular de la comunidad fitoplanctónica con 283.500 cél./L (24,09%) y 177.200 cél./L (15,06%), respectivamente (Figura 16).

Figura 16

Abundancia celular (cél./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel fondo (estación primavera)



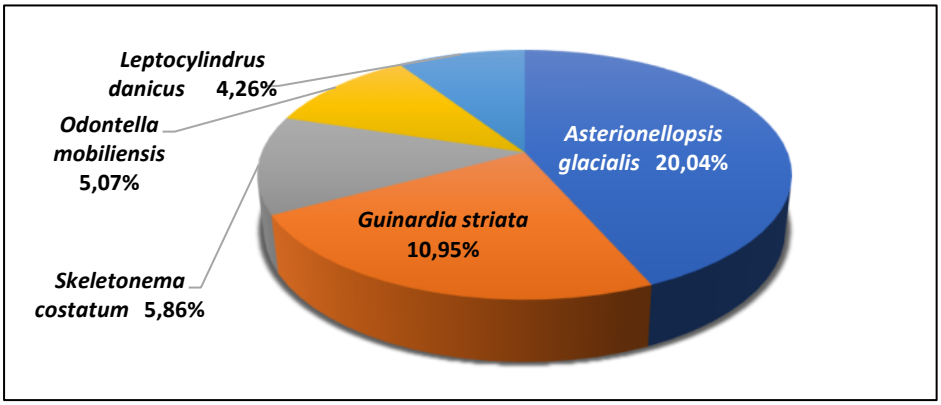
4.1.2.2. Estación otoño

La especie más abundantes fueron *Asterionellopsis glacialis* (20,04%) que registró la abundancia más alta. Le siguen *Guinardia striata* (10,95%), *Skeletonema costatum* (5,86%), *Odontella mobiliensis* (5,07%) y *Leptocylindrus danicus* (4,26%) (Figura 17).

En cuanto a las especies menos abundantes todas presentaron una abundancia relativa de 0,004% del total cél/L, estas especies fueron: *Actinocyclus* sp, *Navicula longa, Navicula sp. 3, Amphora sp. 1, Amphora sp. 2, Rhizosolenia imbricata, Diploneis didyma* y *Actiniscus pentasterias*.

Figura 17

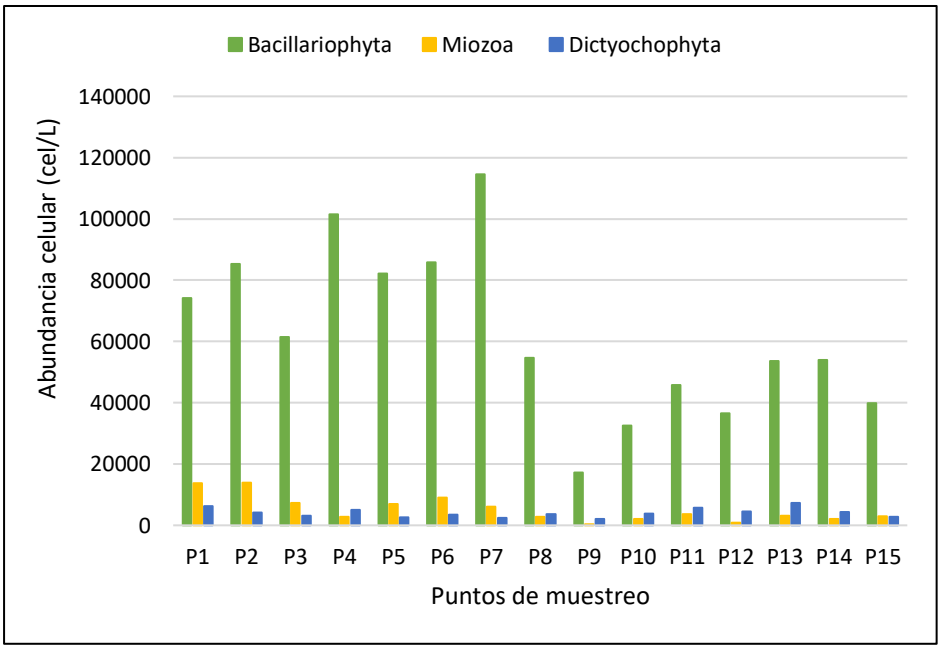
Abundancia relativa (%) de las especies más abundantes encontradas durante el muestreo en la estación otoño



En la abundancia relativa fitoplanctónica a nivel superficial, los principales phyllum dominantes fueron Bacillariophyta con 86,76 %, Miozoa con 6,53 % y Dictyochophyta con 6,71 %. Por puntos de muestreo se obtuvo que los puntos P7 y P4 fueron las que presentaron mayor abundancia celular de la comunidad fitoplanctónica con 123,040 cél./L (11,41%) y 109,280 cél./L (10,13%), respectivamente (Figura 18).

Figura 18

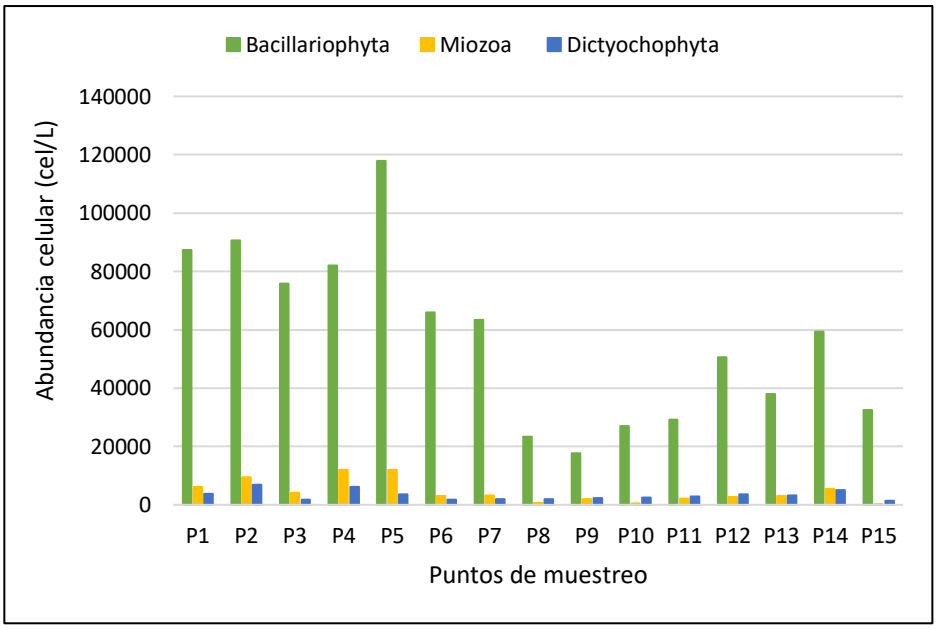
Abundancia celular (cél./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel superficial (estación otoño)



En la abundancia relativa fitoplanctónica a nivel fondo, los principales phyllum dominantes fueron Bacillariophyta con 88,24 %, Miozoa con 5,96 % y Dictyochophyta con 5,79 %. Por puntos de muestreo se obtuvo que los puntos P5 y P2 fueron las que presentaron mayor abundancia celular de la comunidad fitoplanctónica con 133,440 cél./L (13,68%) y 106,880 cél./L (10,95%), respectivamente (Figura 19).

Figura 19

Abundancia celular (cél./L) por phylum fitoplanctónico en los puntos de muestreo a nivel fondo (estación otoño)



4.1.3. Índices ecológicos de diversidad

4.1.3.1. Estación primavera

La diversidad de Shannon (H´) varió entre 1,59 y 2,96. La estación primavera registró índices de diversidad de Shannon moderado con un promedio de 2,45. Los puntos P12-0m y P15-5m presentaron los menores valores (1,59 y 1,75, respectivamente) y los puntos P6-20m y P11-0m los mayores valores, siendo 2,96 (Tabla 8).

En cuanto al predominio de Simpson (λ), fue relativamente similar en varios puntos de muestreo, el mayor valor fue en P12-0m con 0,42, mientras que el menor valor se encontró en P6-20m con 0,08.

La uniformidad de Pielou (J´) fluctuó en varios puntos de muestreo, su mayor valor fue de 0,85 en P6-20m, mientras que en P12-0m la uniformidad fue menor con 0,44.

Tabla 8

Medidas de diversidad de las muestras en la estación primavera. S: riqueza de especies, N: abundancia, H´: diversidad de Shannon-Wiener, λ: predominio de Simpson y J´: uniformidad de Pielou.

Punto/Prof	S	N	H´ (loge)	λ	J'
P1-0m	22	27600	2,49	0,11	0,81
P1-5m	26	13900	2,73	0,10	0,84
P2-0m	28	51300	2,68	0,09	0,80
P2-15m	30	48900	2,41	0,16	0,71
P3-0m	23	26200	2,58	0,11	0,82
P3-10m	29	25900	2,68	0,09	0,79
P4-0m	28	66700	2,53	0,11	0,75
P4-20m	35	33300	2,81	0,09	0,79
P5-0m	38	53900	2,74	0,10	0,75
P5-15m	30	18600	2,77	0,09	0,82
P6-0m	27	22700	2,55	0,12	0,77
P6-20m	33	19100	2,96	0,08	0,85
P7-0m	31	41400	2,66	0,10	0,77
P7-20m	27	10900	2,76	0,09	0,84
P8-0m	34	26620	2,13	0,24	0,60
P8-15m	25	16680	2,46	0,13	0,76
P9-0m	38	36360	2,67	0,11	0,73
P9-10m	24	24000	2,30	0,16	0,72
P10-0m	24	96280	1,88	0,28	0,59
P10-30m	32	67720	2,48	0,13	0,72
P11-0m	57	130580	2,96	0,09	0,73
P11-10m	20	283500	1,89	0,22	0,62
P12-0m	38	477200	1,59	0,42	0,44
P12-20m	37	125102	2,70	0,13	0,75
P13-0m	36	273100	2,24	0,18	0,62
P13-5m	36	145700	2,64	0,11	0,73
P14-0m	37	372500	2,34	0,16	0,65
P14-5m	37	166400	2,00	0,24	0,55
P15-0m	25	106000	2,08	0,19	0,65
P15-5m	32	177200	1,75	0,28	0,50
Promedio	**31**	**99511**	**2,45**	**0,15**	**0,72**

4.1.3.2. Estación otoño

La diversidad de Shannon (H´) varió entre 2,16 y 3,42. La estación otoño registró índices de diversidad de Shannon moderado con un promedio de 2,84. Los puntos P12-20m y P15-5m presentaron los menores valores (2,16 y 2,21, respectivamente) y los puntos P3-0m y P5-15m los mayores valores, siendo 3,42 y 3,41, respectivamente (Tabla 9).

El predominio de Simpson (λ) con el valor alto se presentó en P9-0m con 0,25, mientras que el valor más bajo se registró en P1-0m, P3-0m y P5-15m con 0,05.

La uniformidad de Pielou (J´) fue similar en varios puntos de muestreo, su valor más alto fue en el punto P3-0m con 0,83, y en el punto P12-20m se presentó la uniformidad más baja con 0,57.

Tabla 9

Medidas de diversidad de las muestras en la estación otoño. S: riqueza de especies, N: abundancia, H´: diversidad de Shannon-Wiener, λ: predominio de Simpson y J´: uniformidad de Pielou.

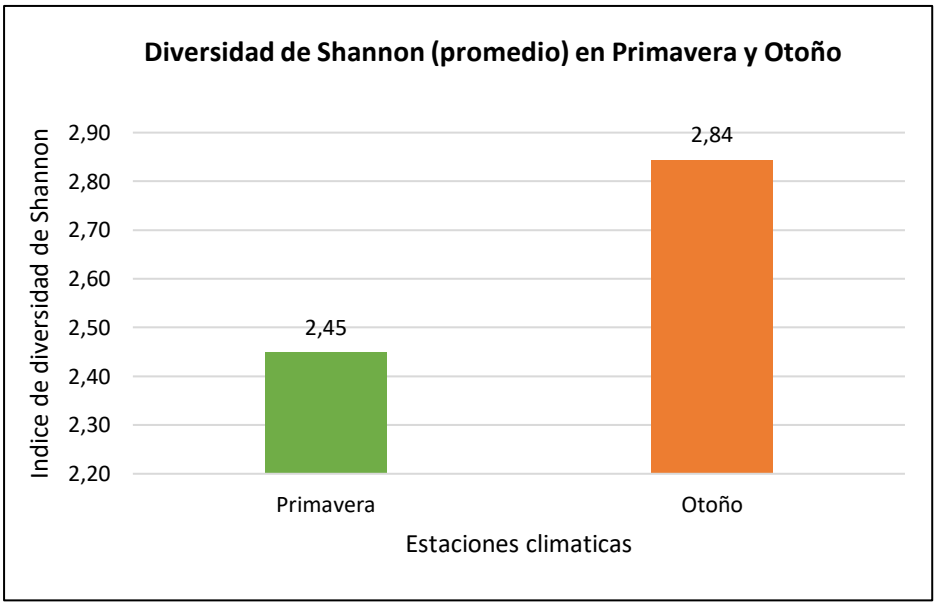
Punto/Prof	S	N	H' (loge)	λ	J'
P1-0m	63	94240	3,32	0,05	0,80
P1-5m	52	97120	2,86	0,12	0,72
P2-0m	52	103440	3,20	0,06	0,81
P2-15m	54	106880	3,16	0,06	0,79
P3-0m	61	71920	3,42	0,05	0,83
P3-10m	56	81760	3,03	0,09	0,75
P4-0m	56	109280	3,00	0,08	0,75
P4-20m	56	100080	3,21	0,07	0,80
P5-0m	60	91680	3,19	0,07	0,78
P5-15m	73	133440	3,41	0,05	0,79
P6-0m	43	98320	2,87	0,10	0,76
P6-20m	58	70720	2,70	0,15	0,66
P7-0m	70	123040	3,32	0,06	0,78
P7-20m	50	68480	2,44	0,18	0,62
P8-0m	45	61120	2,54	0,16	0,67
P8-15m	33	26080	2,45	0,17	0,70
P9-0m	34	19680	2,29	0,25	0,65
P9-10m	42	22080	2,81	0,11	0,75
P10-0m	36	38560	2,27	0,20	0,63

Punto/Prof	S	N	H' (loge)	λ	J'
P10-30m	32	30080	2,29	0,20	0,66
P11-0m	61	55120	3,18	0,07	0,77
P11-10m	42	34080	2,68	0,14	0,72
P12-0m	42	42080	2,93	0,09	0,78
P12-20m	43	56800	2,16	0,25	0,57
P13-0m	52	64080	2,85	0,12	0,72
P13-5m	47	44160	2,50	0,18	0,65
P14-0m	50	60400	3,10	0,07	0,79
P14-5m	54	69920	3,02	0,09	0,76
P15-0m	46	45600	2,88	0,10	0,75
P15-5m	36	34000	2,21	0,21	0,62
Promedio	**50**	**68475**	**2,84**	**0,12**	**0,73**

En ambas estaciones se presentó una diversidad de Shannon moderada, siendo ligeramente mayor en la estación de otoño con promedio de 2,84. respecto a la estación primavera que registró un promedio de 2,45. (Figura 20).

Figura 20

Comparación entre primavera y otoño del índice de diversidad de Shannon por promedios



4.1.4. Variables ambientales del agua

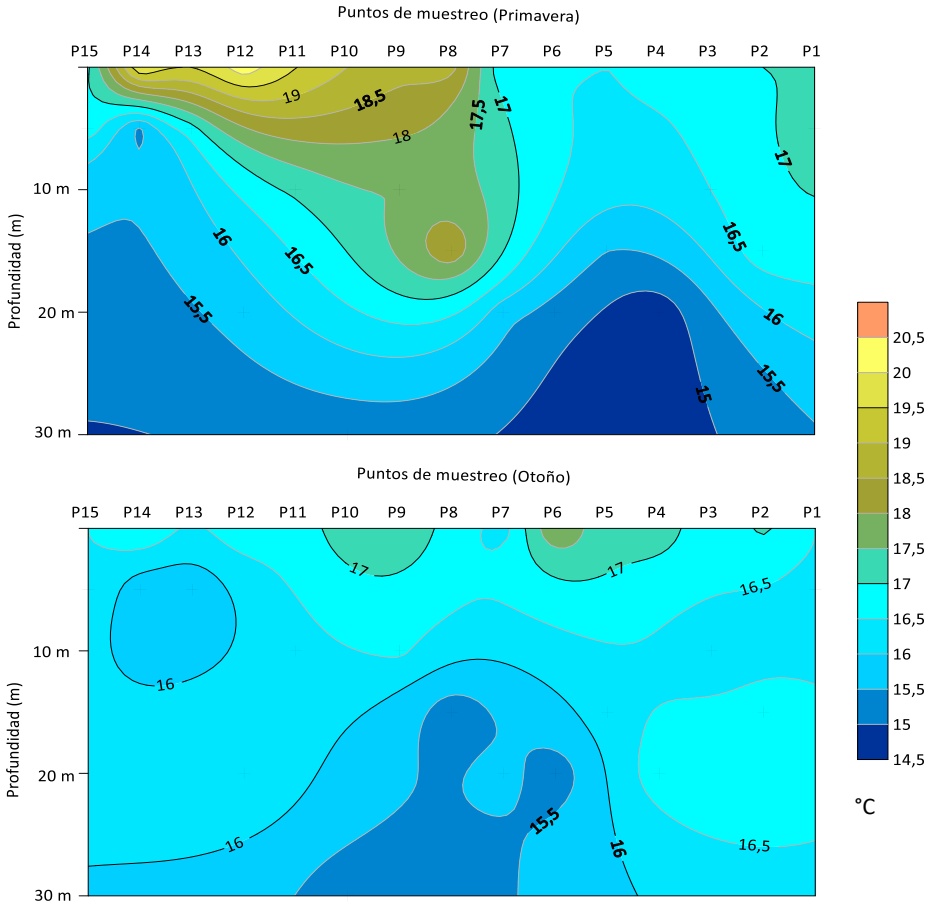
4.1.4.1. Temperatura

A nivel superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 16,50 y 20,30 °C con un valor promedio de 17,97 °C, siendo el valor más alto en P12 y el más bajo se registró en el punto P5. Por otro lado, en otoño oscilo entre 16,30 y 18,00 °C con un valor promedio de 16,93 °C, siendo el valor más alto en P6, mientras que el valor bajo fue en P7.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 14,70 y 18,40 °C con un valor promedio de 16,31 °C, siendo el valor más alto en P8 y el más bajo se registró en el punto P4. Por otro lado, en otoño oscilo entre 15,20 y 16,80 °C con un valor promedio de 16,05 °C, siendo el valor más alto en P4, mientras que el valor bajo fue en P6. En general, se presenta una tendencia a disminuir la temperatura conforme el aumento de la profundidad en todas las estaciones climáticas (Figura 21).

Figura 21

Temperatura por profundidad en las dos estaciones climáticas



4.1.4.2. Salinidad

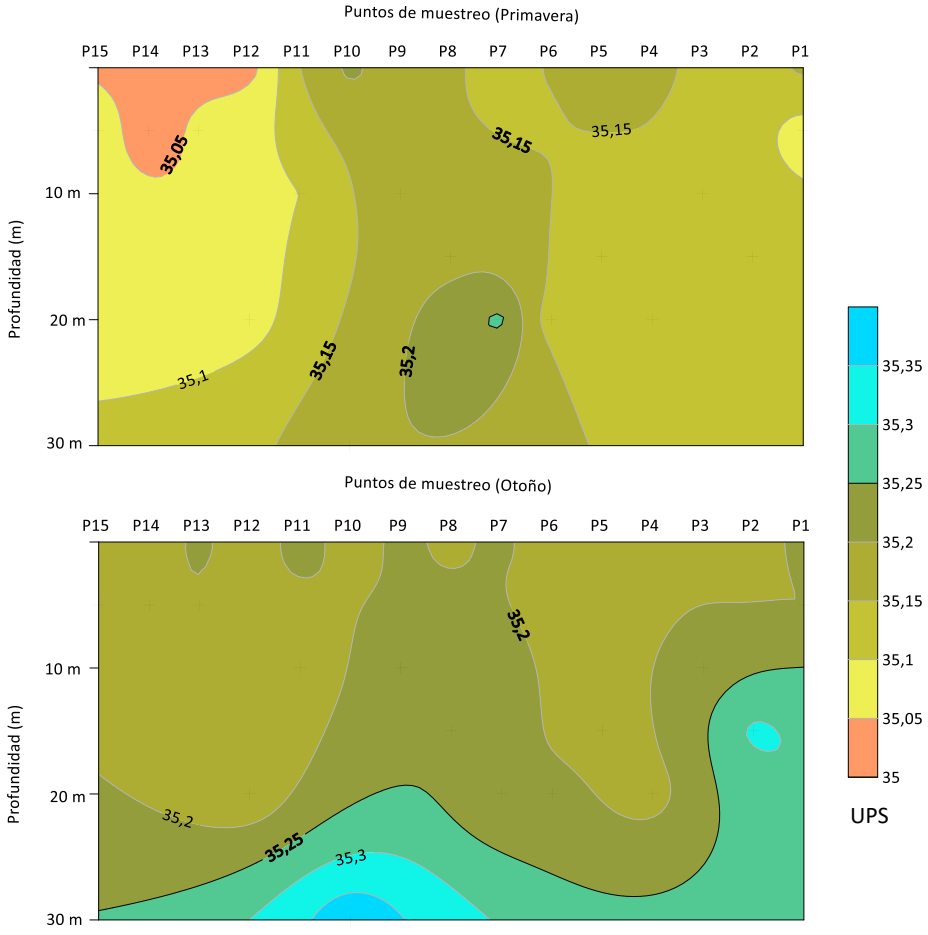
Durante las dos estaciones climáticas la salinidad presentó una mínima variación, registrándose valores dentro de 35 UPS.

En superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 35,03 y 35,21 UPS con un valor promedio de 35,12 UPS, siendo el valor más alto en P10, y el más bajo se registró en el punto P12. Por otro lado, en otoño oscilo entre 35,17 y 35,22 UPS con un valor promedio de 35,19 UPS, siendo el valor más alto en P1, mientras que el valor bajo fue en P2.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 35,00 y 35,26 UPS con un valor promedio de 35,12 UPS, siendo el valor más alto en P7, y el más bajo se registró en el punto P14. Por otro lado, en otoño oscilo entre 35,16 y 35,39 UPS con un valor promedio de 35,22 UPS, siendo el valor más alto en P10, mientras que el valor bajo fue en P12 (Figura 22).

Figura 22

Salinidad por profundidad en las dos estaciones climáticas



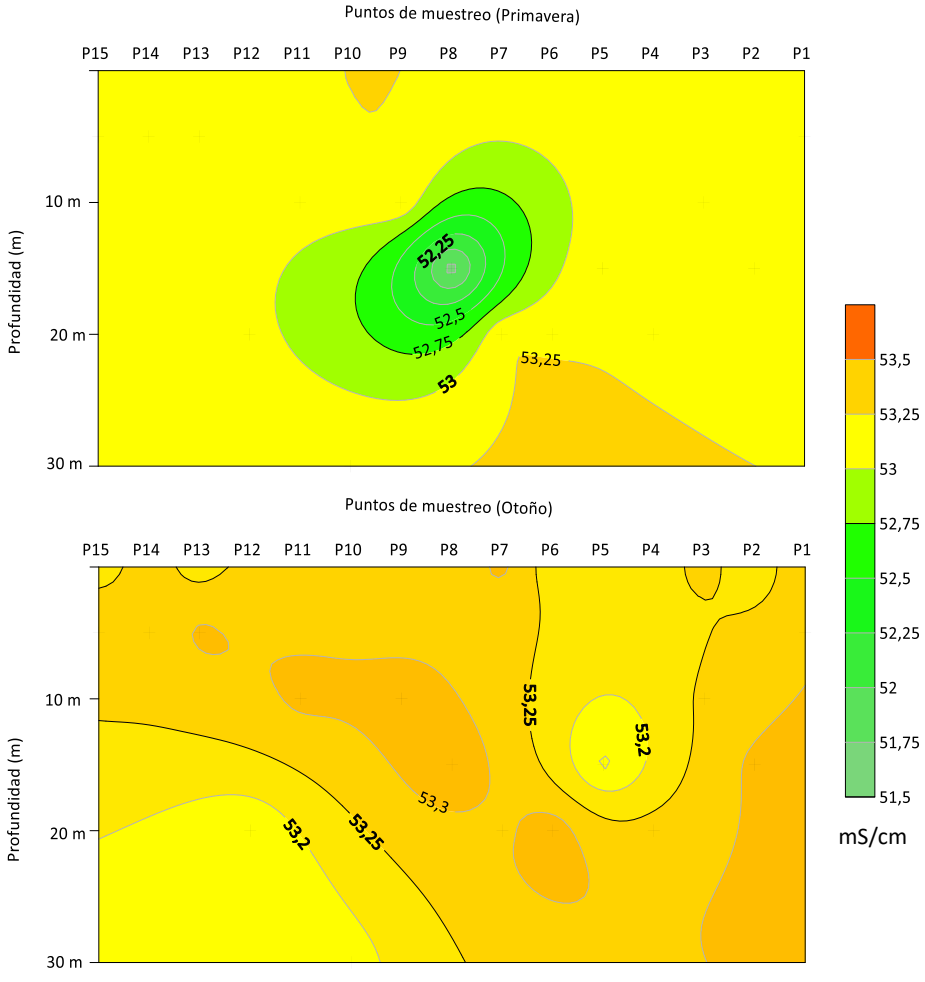
4.1.4.3. Conductividad eléctrica

En superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 53,01 y 53,26 mS/cm con un valor promedio de 53,16 mS/cm, siendo el valor más alto en P10, y el más bajo se registró en el punto P14. Por otro lado, en otoño oscilo entre 53,21 y 53,31 mS/cm con un valor promedio de 53,26 mS/cm, siendo el valor más alto en P7, mientras que el valor bajo fue en P2.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 51,64 y 53,25 mS/cm con un valor promedio de 53,05 mS/cm, siendo el valor más alto en P10-P3 y el más bajo se registró en el punto P8. Por otro lado, en otoño oscilo entre 53,14 y 53,33 mS/cm con un valor promedio de 53,27 mS/cm, siendo el valor más alto en P6-P8, mientras que el valor bajo fue en P5 (Figura 23).

Figura 23

Conductividad eléctrica por profundidad en las dos estaciones climáticas



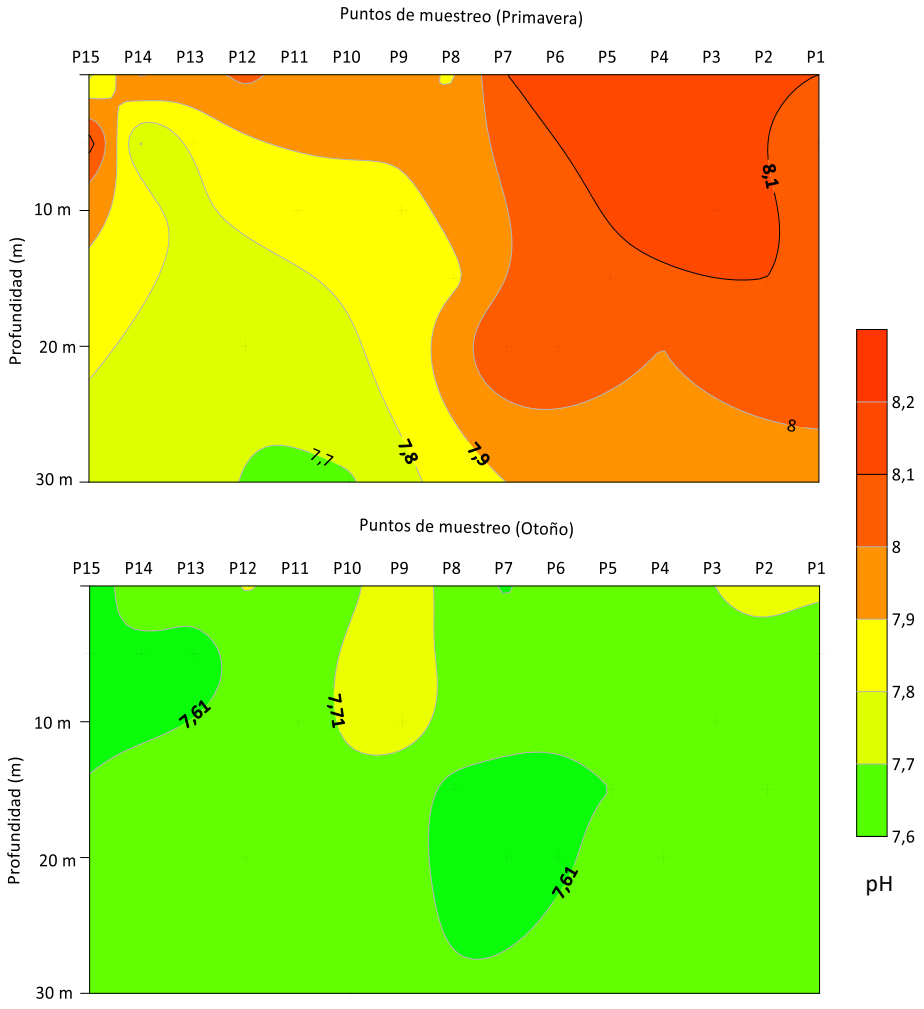
4.1.4.4. pH

En superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 7,78 y 8,16 con un valor promedio de 8,03, siendo el valor más alto en P3, y el más bajo se registró en el punto P15. Por otro lado, en otoño oscilo entre 7,52 y 7,78 con un valor promedio de 7,68, siendo el valor más alto en P9, mientras que el valor bajo fue en P15.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 7,69 y 8,17 con un valor promedio de 7,95 siendo el valor más alto en P3, y el más bajo se registró en el punto P10. Por otro lado, en otoño oscilo entre 7,57 y 7,76 con un valor promedio de 7,64, siendo el valor más alto en P9, mientras que el valor bajo fue en P13. En general, se presenta un pH ligeramente alcalino, con una tendencia a disminuir el pH conforme el aumento de la profundidad en las dos estaciones climáticas (Figura 24).

Figura 24

pH por profundidad en las dos estaciones climáticas



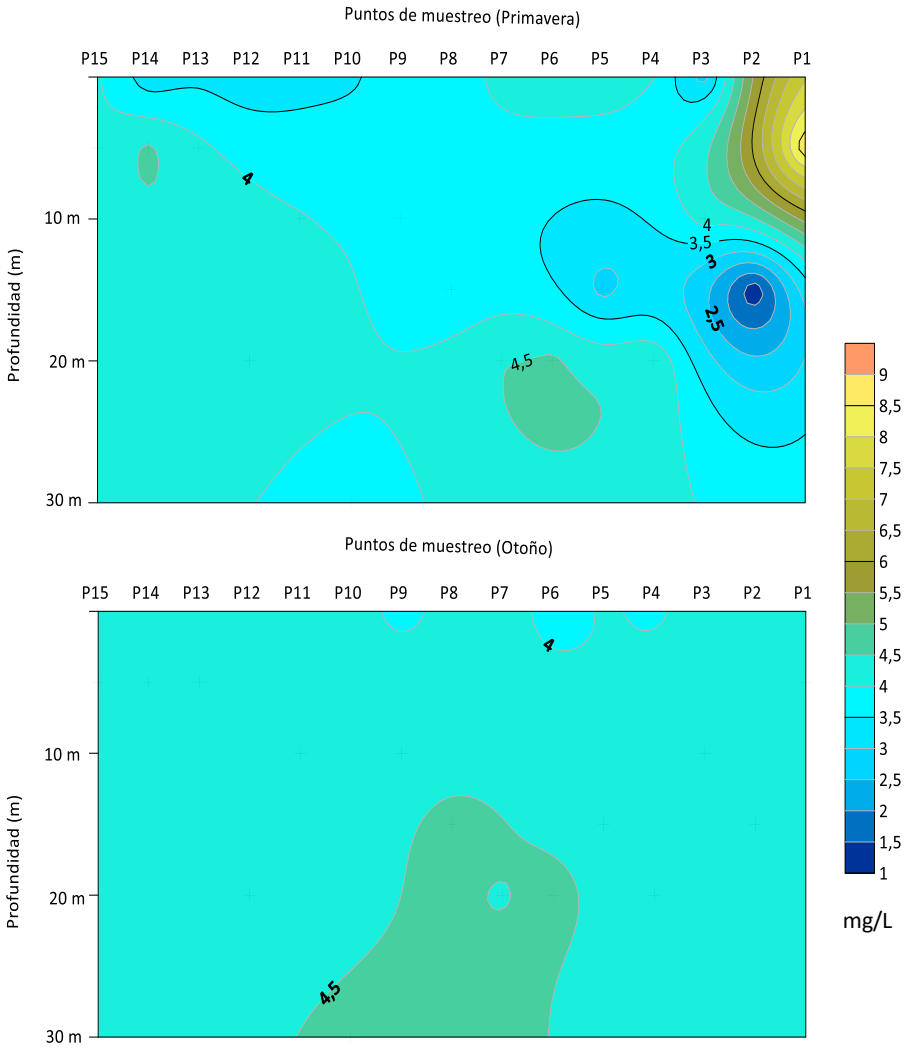
4.1.4.5. Oxígeno disuelto

En superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 2,78 y 7,45 mg/L con un valor promedio de 4,03 mg/L, siendo el valor más alto en P1, y el más bajo se registró en el punto P3. Por otro lado, en otoño oscilo entre 3,79 y 4,27 mg/L con un valor promedio de 4,09 mg/L, siendo el valor más alto en P7, mientras que el valor bajo fue en P6.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 1,14 y 8,90 mg/L con un valor promedio de 4,21 mg/L, siendo el valor más alto en P1, y el más bajo se registró en el punto P2. Por otro lado, en otoño oscilo entre 4,11 y 4,64 mg/L con un valor promedio de 4,35 mg/L, siendo el valor más alto en P6, mientras que el valor bajo fue en P4 (Figura 25).

Figura 25

Oxígeno disuelto por profundidad en las dos estaciones climáticas



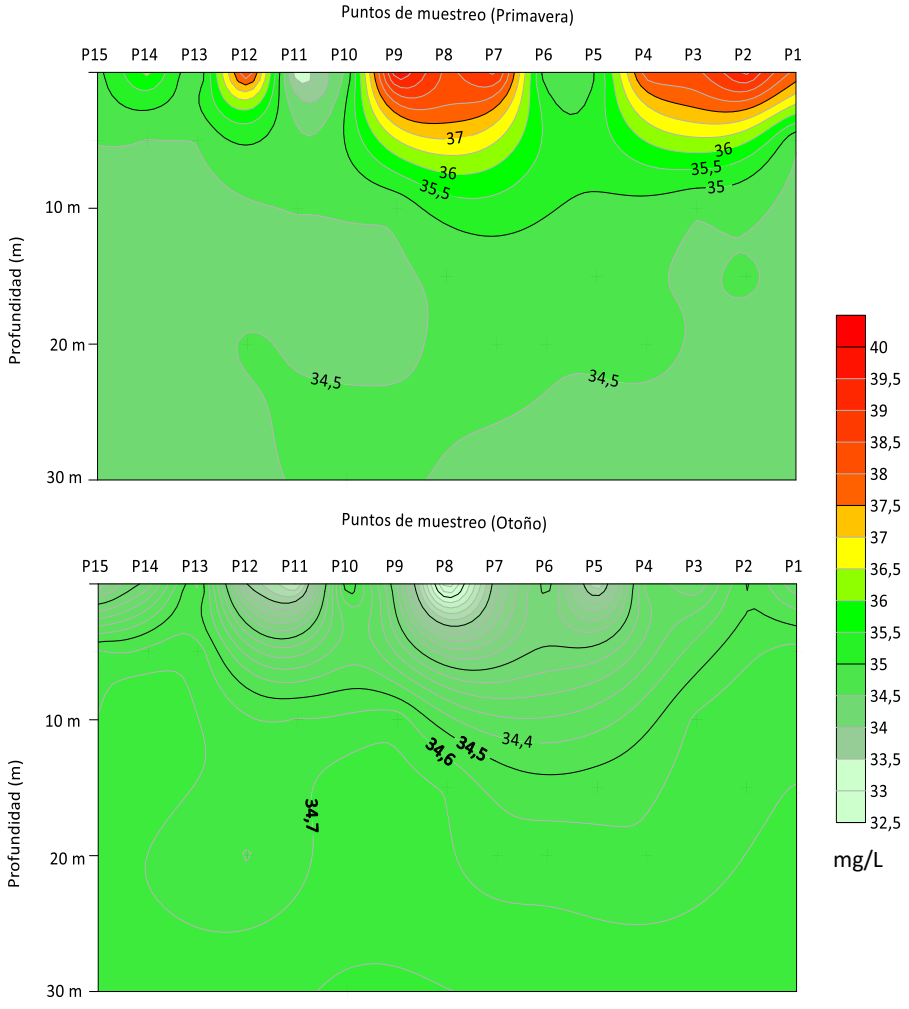
4.1.4.6. Sólidos totales disueltos

En superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 33,10 y 39,98 mg/L con un valor promedio de 36,87 mg/L, siendo el valor más alto en P9, y el más bajo se registró en el punto P11. Por otro lado, en otoño oscilo entre 32,69 y 34,63 mg/L con un valor promedio de 33,89 mg/L, siendo el valor más alto en P13, mientras que el valor bajo fue en P8.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 34,48 y 34,65 mg/L con un valor promedio de 34,56 mg/L, siendo el valor más alto en P7, y el más bajo se registró en el punto P14. Por otro lado, en otoño oscilo entre 34,55 y 34,82 mg/L con un valor promedio de 34,64 mg/L, siendo el valor más alto en P10, mientras que el valor bajo fue en P5 (Figura 26).

Figura 26

Sólidos totales disueltos por profundidad en las dos estaciones climáticas



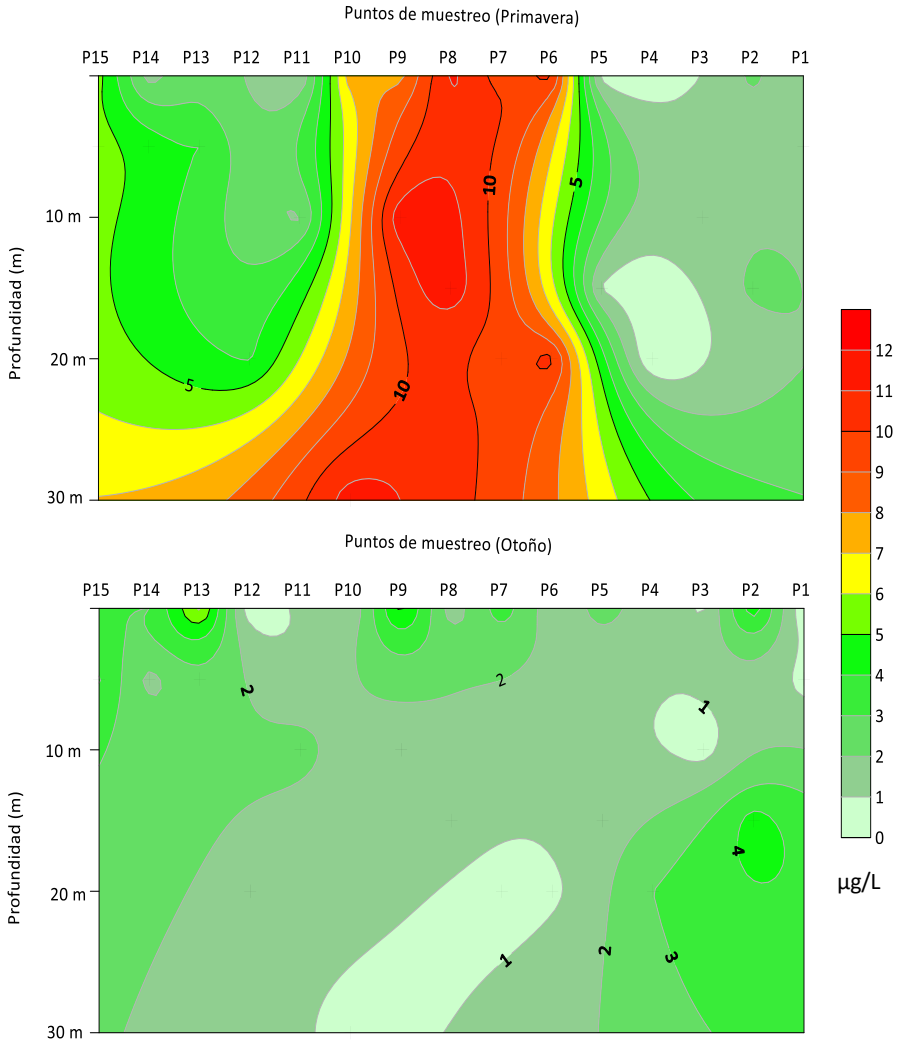
4.1.4.7. Clorofila-a

En superficie, el muestreo en primavera oscilo entre 0,60 y 11,40 µg/L con un valor promedio de 4,32 µg/L, siendo el valor más alto en P8, y el más bajo se registró en el punto P5. Por otro lado, en otoño oscilo entre 0,30 y 6,20 µg/L con un valor promedio de 2,43 µg/L, siendo el valor más alto en P13, mientras que el valor bajo fue en P1.

A nivel fondo, el muestreo en primavera oscilo entre 0,10 y 11,20 µg/L con un valor promedio de 5,23 µg/L, siendo el valor más alto en P10, y el más bajo se registró en el punto P4. Por otro lado, en otoño oscilo entre 0,60 y 4,40 µg/L con un valor promedio de 1,84 µg/L, siendo el valor más alto en P2, mientras que el valor bajo fue en P3. (Figura 27).

Figura 27

Clorofila a por profundidad en las dos estaciones climáticas



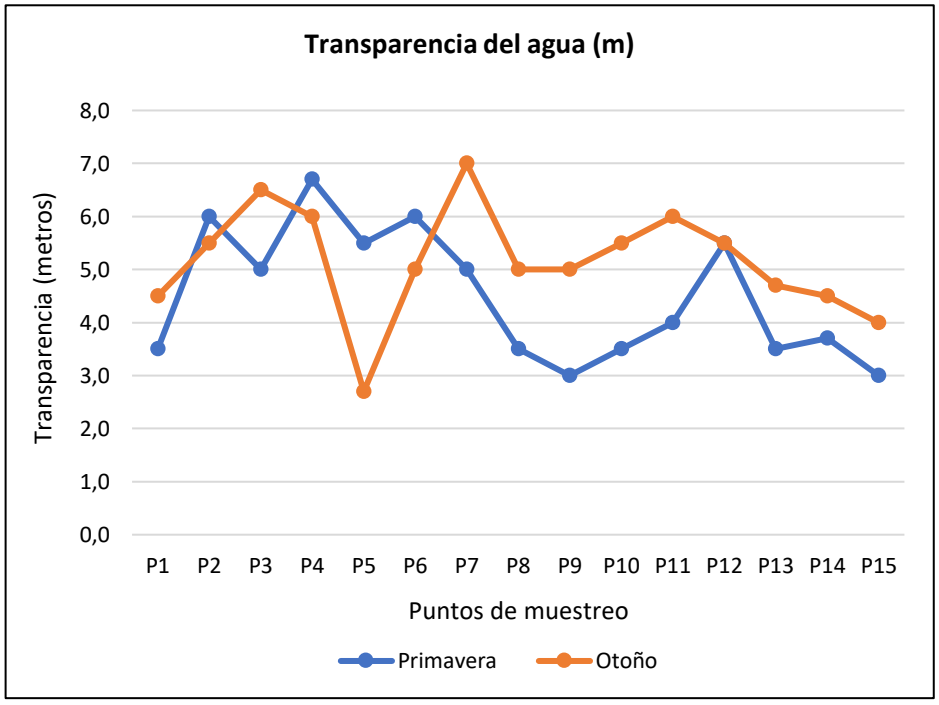
4.1.4.8. Transparencia del agua

En primavera, la transparencia del agua de mar fluctuó entre 3,0 y 6,7 m, con un promedio de 4,49 m. Los valores mayores a 5,5 m se localizaron en los puntos P2, P4 y P6 que se encuentran en la zona norte de la reserva, mientras que los demás puntos registraron transparencia entre 5,5 y 3,0 m.

En otoño, la transparencia del agua de mar fluctuó entre 2,7 y 7,0 m, con un promedio de 5,16 m. Los puntos P5 y P15 registraron valores bajos con 2,7 y 4,0 m, respectivamente. Mientras que los demás puntos registraron valores mayores a 4,0 m localizándose en la zona norte y sur (Figura 28).

Figura 28

Transparencia en la columna del agua en las dos estaciones climáticas



4.1.4.9. Nutrientes (fosfato y nitrato)

En cuanto a los nutrientes en la estación de primavera, la concentración de fosfato presentó un valor promedio de 0,341 mg/L, presentándose el valor más bajo en el punto P15 (0,178 mg/L), mientras que en el punto P8 (0,537 mg/L) se registró el valor más alto. La concentración de nitratos mostró un promedio de 0,69 mg/L,

registrándose el valor más bajo en el punto P15 (<0,22 mg/L), mientras que en el punto P12 (0,87 mg/L) se dio el valor más alto (Figura 29).

En otoño, la concentración de fosfato presentó un valor promedio de 0,06 mg/L, en todos los puntos de muestreo se tuvieron concentraciones por debajo del nivel de detección (<0,06 mg/L). La concentración de nitratos mostró un promedio de 11,51 mg/L, registrándose el valor más bajo en el punto P4 (3,92 mg/L), mientras que en el punto P7 (30,40 mg/L) se dio el valor más alto (Figura 30).

Figura 29

Concentración de nutrientes superficial en la estación primavera

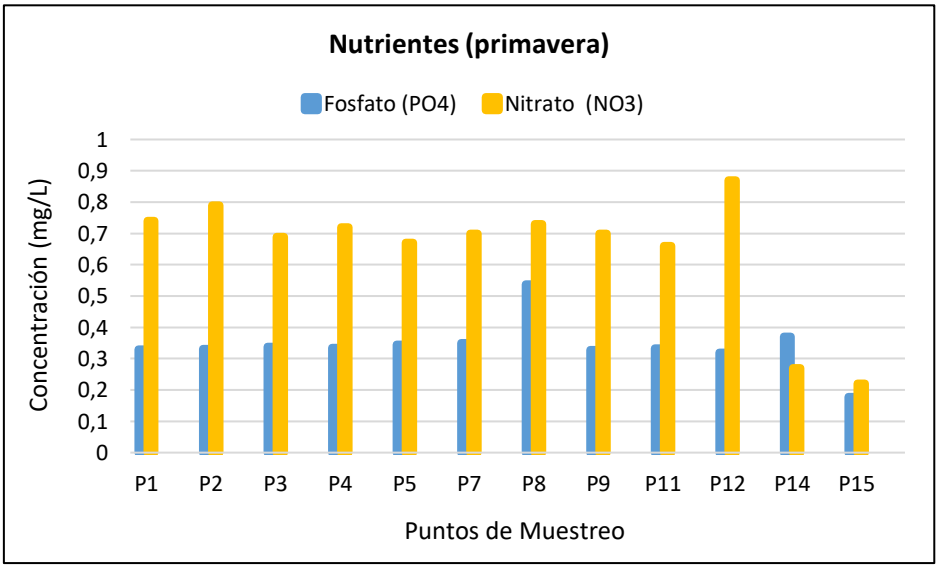
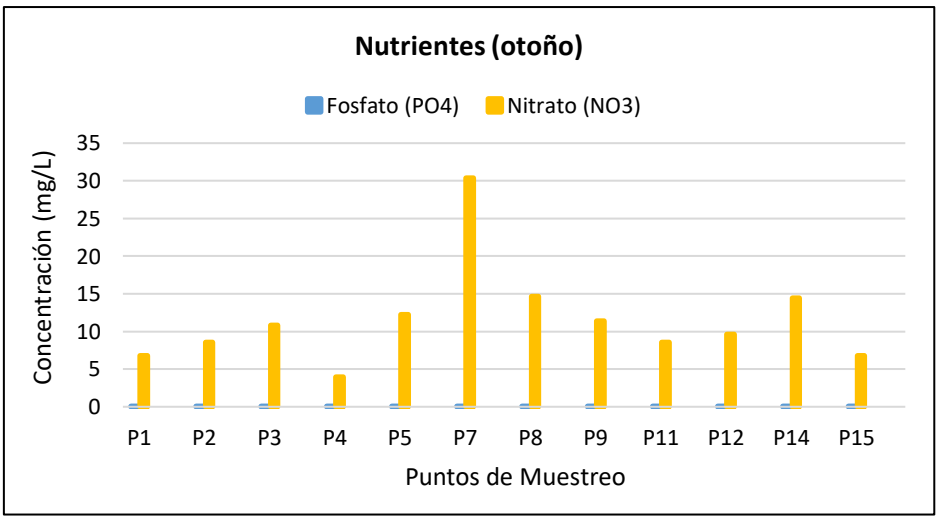


Figura 30

Concentración de nutrientes superficial en la estación otoño



4.1.5. Análisis de las variables bióticas y abióticas

4.1.5.1. Estación primavera

Luego de realizar la prueba de normalidad de los datos (Anexo 13), el análisis de correlación de Spearman, evidenció la correlación entre las variables bióticas y abióticas, siendo así que la Riqueza de especies se correlacionara con la Salinidad (p-valor=0,047) con un grado de relación negativa baja de -0,365. Asimismo, la Abundancia se correlacionó con la Salinidad (p-valor=0,001) con un grado de relación negativa moderada de -0,557 y con la Conductividad (p-valor=0,014) con un grado de relación negativa moderada de -0,442. Finalmente, la Diversidad se correlacionó con la Temperatura (p-valor=0,009) con un grado de relación negativa moderada de -0,469 y con el Oxígeno (p-valor=0,049) con un grado de relación positiva baja de 0,363 (Tabla 10).

Tabla 10

Análisis de Correlación de Spearman (p<0,05) para la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales del agua (estación primavera)

Variables	Spearman	Riqueza	Abundancia	Diversidad
Temperatura	Coeficiente de correlación	0,007	0,332	**-0,469**
	Sig. (bilateral)	0,972	0,073	**0,009**
	N	30	30	30
pH	Coeficiente de correlación	-0,173	-0,326	0,281
	Sig. (bilateral)	0,360	0,079	0,132
	N	30	30	30
Salinidad	Coeficiente de correlación	**-0,365**	**-0,557**	0,148
	Sig. (bilateral)	**0,047**	**0,001**	0,434
	N	30	30	30
Oxígeno	Coeficiente de correlación	-0,093	-0,265	**0,363**
	Sig. (bilateral)	0,625	0,157	**0,049**
	N	30	30	30
Conductividad	Coeficiente de correlación	-0,225	**-0,442**	0,232
	Sig. (bilateral)	0,232	**0,014**	0,218
	N	30	30	30
TDS	Coeficiente de correlación	-0,101	-0,148	-0,074
	Sig. (bilateral)	0,595	0,435	0,698

	N	30	30	30
Clorofila a	Coeficiente de correlación	-0,118	-0,181	-0,297
	Sig. (bilateral)	0,535	0,339	0,111
	N	30	30	30
Fosfato	Coeficiente de correlación	0,301	0,455	0,259
	Sig. (bilateral)	0,341	0,138	0,417
	N	12	12	12
Nitrato	Coeficiente de correlación	-0,123	0,249	0,028
	Sig. (bilateral)	0,704	0,436	0,931
	N	12	12	12

r= ±0,01 a ±0,20 correlación muy baja. r= ±0,20 a ±0,39 correlación baja. r= ±0,40 a ±0,59 correlación moderada. r= ±0,60 a ±0,79 correlación alta. r= ±0,80 a ±0,99 correlación muy alta. r= ±1 correlación perfecta. r= 0 correlación nula.

En la prueba de correlación de Pearson, se evidenció que existe correlación entre la Abundancia y Transparencia (p-valor=0,001) con un grado de relación negativa alta de -0,759. Asimismo, la Diversidad con la Transparencia presenta correlación (p-valor=0,045) con un grado de relación negativa moderada de -0,523 (Tabla 11).

Tabla 11

Análisis de Correlación de Pearson (p<0,05) de la variable ambiental transparencia y la comunidad fitoplanctónica (estación primavera)

Variables	Pearson	Riqueza	Abundancia	Diversidad
Transparencia	Correlación de Pearson	0,379	**-0,759**	**-0,523**
	Sig. (bilateral)	0,164	**0,001**	**0,045**
	N	15	15	15

r= ±0,01 a ±0,20 correlación muy baja. r= ±0,20 a ±0,39 correlación baja. r= ±0,40 a ±0,59 correlación moderada. r= ±0,60 a ±0,79 correlación alta. r= ±0,80 a ±0,99 correlación muy alta. r= ±1 correlación perfecta. r= 0 correlación nula.

4.1.5.2. Estación otoño

En el muestreo durante la estación otoño se correlacionó las variables bióticas con las variables ambientales. La Diversidad se correlacionó con los TDS (p-valor=0,040) con un grado de relación negativa baja de -0,376. Asimismo, la Riqueza de especies se

correlacionó con la Transparencia (p-valor=0,019) con un grado de relación negativa moderada de -0,596 (Tabla 12).

Tabla 12

Análisis de Correlación de Spearman (p<0,05) para la comunidad fitoplanctónica y las variables ambientales del agua (estación otoño)

Variables	Spearman	Riqueza	Abundancia	Diversidad
Temperatura	Coeficiente de correlación	-0,042	0,133	0,187
	Sig. (bilateral)	0,824	0,482	0,322
	N	30	30	30
pH	Coeficiente de correlación	-0,069	0,018	0,154
	Sig. (bilateral)	0,716	0,925	0,416
	N	30	30	30
Salinidad	Coeficiente de correlación	0,117	-0,129	-0,015
	Sig. (bilateral)	0,537	0,496	0,936
	N	30	30	30
Oxígeno	Coeficiente de correlación	0,062	-0,137	-0,168
	Sig. (bilateral)	0,746	0,470	0,375
	N	30	30	30
Conductividad	Coeficiente de correlación	-0,035	-0,210	-0,107
	Sig. (bilateral)	0,853	0,266	0,572
	N	30	30	30
TDS	Coeficiente de correlación	-0,259	-0,169	**-0,376**
	Sig. (bilateral)	0,167	0,373	**0,040**
	N	30	30	30
Clorofila a	Coeficiente de correlación	-0,061	0,050	0,018
	Sig. (bilateral)	0,747	0,793	0,925
	N	30	30	30
Transparencia	Coeficiente de correlación	**-0,596**	0,391	0,449
	Sig. (bilateral)	**0,019**	0,150	0,093
	N	15	15	15
Fosfato	Coeficiente de correlación	0,00	0,00	0,00
	Sig. (bilateral)	0,00	0,00	0,00
	N	12	12	12
Nitrato	Coeficiente de correlación	-0,039	-0,035	0,025
	Sig. (bilateral)	0,905	0,914	0,940
	N	12	12	12

r= ±0,01 a ±0,20 correlación muy baja. r= ±0,20 a ±0,39 correlación baja. r= ±0,40 a ±0,59 correlación moderada. r= ±0,60 a ±0,79 correlación alta. r= ±0,80 a ±0,99 correlación muy alta. r= ±1 correlación perfecta. r= 0 correlación nula.

4.1.5.3. Análisis de correspondencia canónica (ACC) para las estaciones primavera y otoño

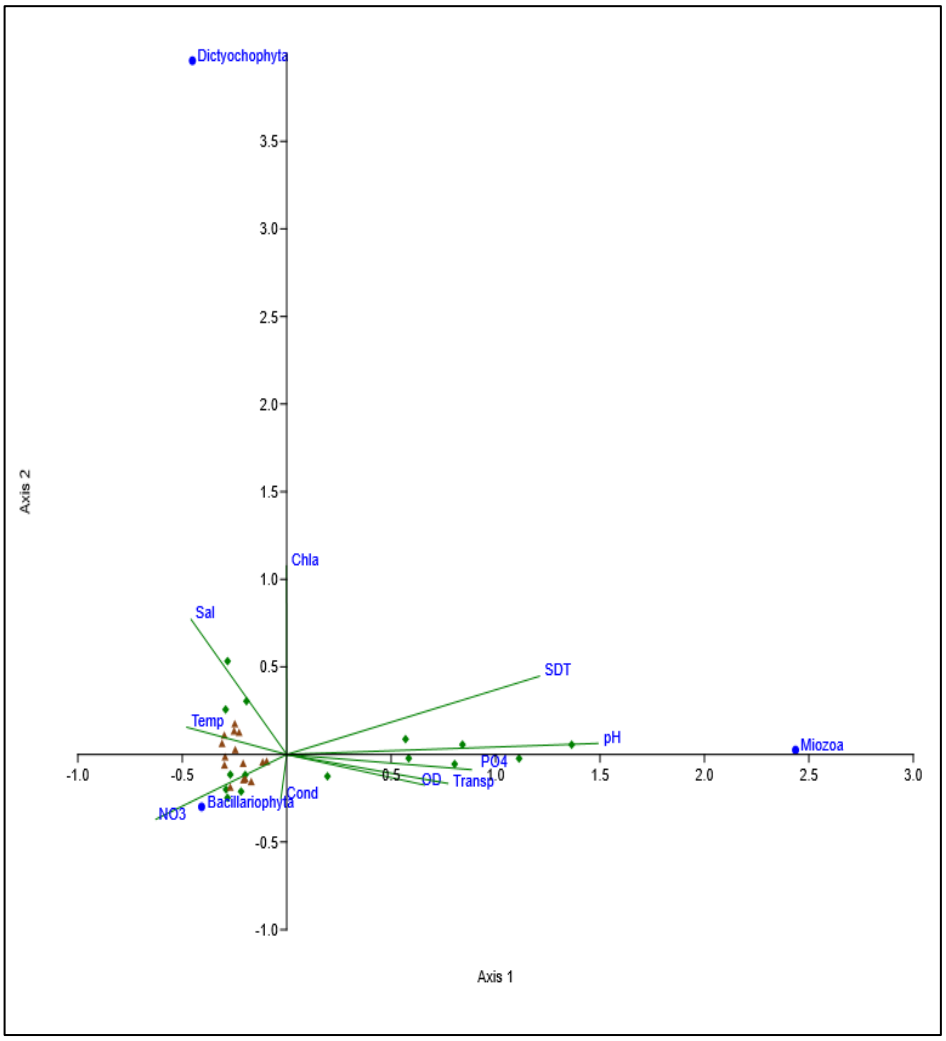
Los resultados del ACC muestran dos ejes canónicos que explican la totalidad de la variación en los datos. Así el eje 1 (Axis 1) y el eje 2 (Axis 2) presentaron valores de varianza de 93,93 % y 6,066 %, respectivamente, que combinados estos dos explican el 99,99 % de la varianza total en las relaciones fitoplancton-ambiente. El eje 1 presentó un valor propio más alto de 0,162; que el eje 2 con 0,010; lo que indica que representa el gradiente más significativo que influye en la distribución de los grupos fitoplanctónicos.

El eje 1 mostró asociación principalmente con los gradientes ambientales de temperatura, SDT, pH, y nutrientes (PO_4 y NO_3), esto nos indica que el incremento de estas variables influye directamente en la abundancia de los grupos fitoplanctónicos, asimismo a mayor concentración de nutrientes inorgánicos en la columna de agua conllevan a un incremento de la abundancia del fitoplancton, principalmente en los grupos Miozoa y Bacillariophyta.

El eje 2 mostró mayor asociación con los gradientes de clorofila-a y salinidad, estos nos indica que la abundancia del fitoplancton tiende a aumentar en la presencia de aguas más salinas y productivas (por afloramientos). El resto de las variables ambientales se relacionaron de manera débil con los grupos fitoplanctónicos (Figura 31).

Figura 31

Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) aplicado a los grupos fitoplanctónicos y variables ambientales del agua



4.2. Discusión

4.2.1. Composición taxonómica del fitoplancton

En la investigación se identificó un total de 102 especies en la estación primavera, y 127 especies en la estación de otoño, los cuales coindicen con 10 de las 35 sp. identificadas en el estudio de IMARPE (1998), y 13 de 25 sp. identificadas en IMARPE (2001), ambos estudios en Punta Coles. Los grupos Bacillariophyta (>70 sp.) y Miozoa (>25 sp.) fueron los que tuvieron mayor riqueza de especies en ambas estaciones, siendo las más frecuentes, las diatomeas *Coscinodiscus radiatus, C. granii, y* los dinoflagelados *Ceratium furca. y*

Protoperidinium sp. Coincidiendo con los resultados de los autores Valdivia Chávez et al. (2022) en la playa de Camaná y Jacobo & Sánchez (2023) en la bahía de Paracas, que registraron en sus estudios a Bacillariophyta como el grupo con mayor riqueza de especies, con 30 y 103 sp., respectivamente, seguido de Miozoa con 9 y 66 sp., respectivamente. Baylón et al. (2019) menciona que ambos grupos tienden a ser más representativos y frecuentes en los muestreos fitoplanctónicos marinos. El grupo Bacillariophyta (diatomeas), son el grupo con mayor riqueza de especies y evidente de las aguas marinas (Lalli & Parsons, 1997; Osorio Cardoso, 2010), lo cual concuerda con los resultados encontrados en el presente estudio, ya que en las dos estaciones climáticas se obtuvo una dominancia absoluta de este grupo, seguido de lejos por la dominancia de los Miozoa (dinoflagelados), considerado como el segundo grupo mayor del fitoplancton marino.

Asimismo, en los estudios de IMARPE (1998; 2001) en Punta Coles, indican que el grupo más representativo fue diatomeas, seguido de los dinoflagelados Käse & Geuer (2018). mencionan que la riqueza de las diatomeas puede aumentar o disminuir en respuesta a variaciones moderadas en la calidad del agua. Los puntos de muestreo P1 y P2 mostraron menores valores de riqueza de especies en Punta Coles, esto debido posiblemente a que esa área está más expuesta a la contaminación antropogénica, dado a su proximidad a la zona urbana del cuartel, la playa gentilares y la actividad industrial, que generan desechos y vertimiento de efluentes, por lo que podría repercutir en la composición fitoplanctónica.

Según Morales-Pulido & Aké-Castillo (2019), la diatomea *Coscinodiscus*, es un género que pertenece a un grupo muy grande e importante del fitoplancton marino, y algunas especies como *C. radiatus* y *C. granii* se encuentran principalmente en las zonas de surgencia, un fenómeno donde las aguas profundas y ricas en nutrientes ascienden hacia la superficie, fomentando la proliferación de estas diatomeas, lo que las convierten en especies importantes en la productividad primaria marina (Qu et al., 2018).

Las especies de dinoflagelados por su parte presentan una gran sensibilidad a las variaciones del ambiente, por lo que se les utiliza

como indicadores biológicos de algunos parámetros ambientales como la temperatura, salinidad y movimiento de las masas de agua (Bustamante López et al., 2016). Ha sido reportado en otros estudios (Khokhar et al., 2021) que este grupo varía de acuerdo con las masas de agua y sus características fisicoquímicas incluida la salinidad. En este estudio se identificó la presencia del género *Ceratium* el cual podrían ser considerado como indicadores climáticos de aviso temprano de eventos cálidos por la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) debido a que este género habita en este tipo de masa de agua, mientras que el género *Protoperidinium* indicaría la presencia de Aguas Costeras Frías (ACF) provenientes de corrientes frías como la de Humboldt que fluyen de sur a norte a lo largo de la costa peruana (IMARPE 1998; 2001).

4.2.2. Abundancia fitoplanctónica

Entre las dos estaciones climáticas se determinó que la mayor abundancia se registró en primavera (2.985.342 cél./L), coincidiendo con Jacobo & Sánchez (2023) en la bahía de Paracas, que reporto en su estudio los registros máximos de abundancia de fitoplancton en la primavera (5.490.000 cél./L), asociando este incremento celular a especies de estrategia “R”, referido a aquellas de crecimiento rápido y de alta tasa reproductiva, conocidas como las diatomeas de menor tamaño y distribuidas en cadenas (Jacobo et al., 2021).

Los grupos con mayor abundancia a los dos niveles de profundidad fueron Bacillariophyta y Miozoa, siendo similar a lo reportados por los autores (Gómez Caballero,1995; Rivera Chipana & Gómez Caballero, 1997; IMARPE, 2001) quienes determinaron que, en Punta Coles, el grupo Bacillariophyta alcanzó su mayor abundancia, indicando a los grupos Miozoa y Dictyochophyta en menor proporción. Asimismo, fue reportado por otros autores como Ramos Tejeda (2021) en la bahía de Ilo, Jacobo et al. (2021) en la bahía de Miraflores y Valdivia Chávez et al. (2022). en la playa de Camaná, que registraron en sus estudios a Bacillariophyta como el grupo con la mayor abundancia celular.

Las especies más abundantes pertenecieron al grupo de las diatomeas con *Coscinodiscus granii* y *Asterionellopsis glacialis*, *Grammatophora marina*, *Chaetoceros decipiens y Guinardia striata*. El

género *Coscinodiscus* fue reportado en el presente estudio durante el muestreo realizado en la estación de primavera, con la especie *C. granii.* Este género incluye especies que suelen actuar como indicadores de ambientes marinos de alta productividad o influenciados por fenómenos de surgencia (Morales Pulido & Aké Castillo, 2019). Por otro lado, una de las especies más abundantes en la estación de otoño fue *Asterionellopsis glacialis*, formadora de cadenas y de alta tasa de reproducción (Ferronato, 2018), su presencia en diversas regiones del pacifico sur resaltan su importancia en las comunidades fitoplanctónicas y su implicancia en eventos de floraciones algales nocivas reportado por estudios en Chile (Barría et al., 2022).

Los valores más altos de abundancia celular durante la primavera fueron obtenidos en la zona sur de Punta Coles, exactamente en los puntos P14 con 372.500 cél./L (superficial), y P11 con 283.500 cél./L (fondo); a comparación de lo registrado en otoño donde los valores más altos de abundancia celular fueron obtenidos en la zona norte, en los puntos P7 con 123.040 cél./L (superficial), y P5 con 133.440 cél./L (fondo). Esta extensa diferencia en ambas zonas se debe posiblemente porque la zona sur por su ubicación está más expuesta a un afloramiento medio de aguas profundas y frías proveniente de las corrientes de Humboldt que se dan durante la primavera (mayor intensidad) lo que hace que aumente el aporte de nutrientes para el fitoplancton, además que las condiciones climáticas durante esta estación son más favorables para la fotosíntesis (Bertrand et al., 2023). La abundancia registrada en la zona norte quizá se deba por el aumento de nutrientes de origen natural o antropogénico (ya que se obtuvo concentraciones moderadamente altas de nitratos) que puedan deberse a una escasa dispersión horizontal de los nutrientes lo que favorece la concentración en la superficie, a un afloramiento costero reciente, sin mezcla ni consumo del nitrógeno por el fitoplancton o al aporte proveniente de la actividad antrópica colindante al área, como las industrias pesqueras cercanas que descargan sus efluentes industriales al medio marino, que, en algunos casos sin un tratamiento adecuado, lo que favorece a la proliferación de ciertas especies de fitoplancton (Ministerio de la Producción, 2007; Bernal Rojas, 2024).

4.2.3. Diversidad del fitoplancton

Las dos estaciones climáticas indicaron una diversidad de Shannon-Weiner moderada, con promedios de 2,45 en primavera y 2,84 en otoño. Estos resultados difieren con las investigaciones de Jacobo & Sánchez (2023) en la bahía de Paracas, que registró una diversidad alta de 3,37 en otoño (abril) y una diversidad baja de 0,51 en primavera (noviembre); y es similar al estudio de Cruz Gutiérrez (2018) en el litoral de Pacasmayo y Magdalena de Cao, durante la estación de otoño, donde en las dos zonas de estudio se evidenció una diversidad moderada en otoño (mayo) con 2,20 y 2,40, respectivamente, descendiendo a diversidad baja en primavera (octubre) con 0,94 y 1,80, respectivamente. Estos estudios reportaron valores altos y moderados de diversidad para ciertas épocas, determinando que estos resultados de índices revelan una comunidad fitoplanctónica muy diversa y de alta equidad, es decir con baja dominancia de especies. Strong (2016) menciona que los valores moderados del índice de Shannon suelen indicar una comunidad con numero moderado de especies y una distribución de abundancias relativamente equilibrada. Por el contrario, las diversidades bajas con valores inferiores a 2,5 llegando inclusive a 1, según Margalef (1969) indicarían que se trata de zonas donde ocurren grandes proliferaciones y dominancia de ciertas especies oportunistas en activo crecimiento.

4.2.4. Variables ambientales del agua

La temperatura de la masa de agua es importante en los procesos biológicos, y fisicoquímicos que ocurren en el ambiente marino. En el presente estudio la temperatura a nivel superficial fue de un promedio de 17,97 °C en la estación primavera, mientras en la estación otoño de 16,93 °C. Estos valores registrados son similares con los estudios de Baldárrago et al. (2019) y Cárdenas Ramos (2017) en la reserva de Punta Coles, donde se observa una leve disminución de temperatura superficial en la estación de otoño. Esta disminución podría causar que la productividad fotosintética reduzca en el cuerpo de agua durante esta estación (Kuffo García et al., 2024). Respecto al comportamiento batimétrico de la temperatura, los valores más altos se dieron a nivel superficial en ambas estaciones, comportamiento similar también

reportado en los estudios de Osorio Cardoso (2010) en la bahía de Cartagena, y de Ferronato (2018) en la zona El Rincón en el mar argentino, dando registraron que conforme aumenta la profundidad, la temperatura disminuye, debiéndose principalmente a la disminución en la penetración de la radiación solar.

La salinidad en la columna de agua fluctuó entre 35,00 y 35,39 UPS en ambas estaciones, similar a lo reportado por el autor Cárdenas Ramos, (2017) en Punta Coles, que registró salinidades de 34,84 y 35,88 UPS durante la primavera, evidenciando la presencia de dos masas de agua diferenciadas, las Aguas Costeras Frías (ACF) que presentan salinidades con valores < 35,1 UPS (Valdivia Chávez et al., 2022), y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades > 35,1 UPS (Delgado et al., 2019). De acuerdo con los valores de salinidad obtenidos en el presente estudio, también se presenció las dos masas de agua, las ACF que se forman por afloramiento de aguas subsuperficiales, y son más frías y menos salinas, y las ASS que provienen de mar adentro y suelen ser más cálidas y salinidad alta (Graco et al., 2007).

La conductividad eléctrica está directamente relacionada con la cantidad de iones disueltos que estén presentes en la masa de agua, y aumenta en relación directa a la salinidad (Dahaan et al., 2016). Los valores registrados presentaron similaridad con los de salinidad, ya que se mantuvieron estables y la variación estacional fue mínima, siendo el promedio más alto en la estación de otoño con 53,26 mS/cm, mientras que en primavera presentó un valor promedio de 53,16 mS/cm. Este resultado es superior a lo reportada por Penas Rios (2019) en el litoral de Chorrillos y Puerto Chico, que registró un promedio de 51,37 mS/cm en la estación de otoño, pudiendo deberse a que su zona de estudio tiene influencia de descargas locales, por lo que su concentración será menor.

La variación del pH superficial en Punta Coles fluctuó entre 7,78 y 8,16 en primavera, mientras que en otoño fluctuó entre 7,52 y 7,78, valores normales en mediciones del agua de mar (Caballero Arbizú, 2021). El promedio más alto de pH fue en la estación primavera con 8,03; mientras que en otoño presentó un pH más bajo con 7,68, los

valores estuvieron dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4: conservación del ambiente marino, Subcategoría E3 (6,8 – 8,5), y coincidieron con los resultados del estudio de Jacobo et al. (2021) en la bahía de Miraflores, donde los valores más altos se dieron en primavera y disminuyeron conforme el aumento de la profundidad.

El oxígeno disuelto superficial presentó un promedio de 4,03 y 4,09 mg/L en la estación de primavera y otoño, respectivamente. Siendo los puntos P1 y P2 en la zona norte durante la estación de primavera los mayores valores registrados con 7,45 y 5,59 mg/L, respectivamente. Por el contrario, los demás puntos en la estación de primavera y todos los puntos en la estación de otoño presentaron valores más bajos entre 4,26 y 2,78 mg/L, por lo que la mayoría de los valores estuvieron dentro del estándar, mientras que algunos fueron inferiores al ECA, Categoría 4, subcategoría: E3 (≥ 4). Los bajos valores de oxígeno se deben a la presencia de aguas superficiales más cálidas y a una estratificación localizada en la columna de agua (Wei et al., 2022). Al igual que lo reportado por Alva López (2018) en la bahía de Samanco, los mayores valores promedio de oxígeno disuelto se registraron en la estación de otoño con un valor de 4,34 mg/L, mientras que en primavera el valor fue más bajo siendo de 4,06 mg/L.

Los sólidos disueltos totales presentaron mayor valor promedio en primavera con 35,71 mg/L, y menor en otoño con 34,27 mg/L, siendo superior a los estudios de Penas Rios (2019) en la zona litoral de Chorrillos y Puerto Chico, que registró valor de 28,32 mg/L durante el otoño, siendo más bajos que en el presente estudio. La variabilidad fue mayor a nivel superficial y durante la primavera (33,10 – 39,98 mg/L), lo que podria estar influenciado por la mayor evaporación superficial, al concentrar los solutos en la superficie y también a la presencia de masas de agua (Millero, 2013).

La concentración de clorofila-a superficial presentó promedios de 4,32 y 2,43 µg/L en primavera y otoño, respectivamente. Siendo los valores más altos registrados en primavera con una variación de 0,60 y 11,40 µg/L, coincidiendo con el estudio de Jacobo et al. (2021) en la bahía de Miraflores, que reportó una concentración promedio mayor de clorofila-a a nivel superficial en el mes de octubre (primavera),

mencionando que se debió al aumento de la biomasa fitoplanctónica durante esa época, favorecidas por las condiciones frías y homogéneas de la columna de agua que permitieron el rápido crecimiento poblacional. Por otro lado, la concentración promedio de la clorofila-a en nivel fondo también alcanzó sus máximos registros en la estación de primavera con 5,23 µg/L. Graco et al. (2007) menciona que la alta productividad primaria es resultado de eventos de surgencias que transportan desde las profundidades aguas frías ricas en nutrientes, y que la variabilidad estacional de este evento ha sido analizada por autores como Zuta & Guillén (1970) y Wooster & Gilmartin (1961), quienes señalaron que a lo largo de la costa peruana el evento de surgencia presenta una mayor intensidad durante la primavera, mientras que tiende a debilitarse en otoño.

La transparencia del agua fue mayor en otoño con un promedio de 5,16 m, que en primavera con 4,49 m, al igual que los valores máximos se dieron en otoño. Esta diferencia según Lazar et al. (2024) menciona que puede atribuirse a dos factores principales: la mayor intensidad de la surgencia en primavera, que eleva la productividad del fitoplancton y reduce la claridad del agua al incrementar la turbidez y reducir su transparencia; y la mayor acción del oleaje, que favorece la resuspensión de sedimentos en zonas someras. En otoño, condiciones más estables y menor actividad superficial contribuyen a aguas más claras. El presente estudio mostró resultados similares con Alva López (2018) en la bahía de Samanco, que reportó la mayor transparencia en otoño (3,40 m) que en primavera (2,11 m), asociado a aguas más claras por menor turbulencia y aguas más estables, lo que limitó la mezcla de nutrientes reduciendo la turbidez, además de una menor suspensión de partículas y biomasa fitoplanctónica. De acuerdo con los valores promedios obtenidos de transparencia en este estudio, se categoriza por ser un ambiente mesotrófico (Aguirre Gómez, 2013) para ambas estaciones climáticas.

Para los valores de concentración de nutrientes (fosfatos y nitratos) solo los nitratos cuenta con una concentración límite del ECA-Agua (Categoría 4, subcategoría E3) siendo de 200 mg/L, donde no sobrepasó y estuvo por debajo del valor establecido en ambas estaciones, encontrándose concentraciones más altas en la estación de

otoño (30,40 mg/L), siendo superior a lo reportado en el estudio de López Saravia (2022) en la bahía de El Ferrol, que registró un valor máximo de 14,04 mg/L, lo que podría deberse a un proceso natural de surgencia localizada o acumulación de nutrientes en la reserva. Los fosfatos registraron los valores más altos en la estación de primavera (0,34 mg/L), mientras que en otoño los valores estuvieron por debajo de <0,06 y fueron homogéneos en todos los puntos de muestreo, este resultado coincidió con el estudio de Valdivia Chávez et al. (2022) en la playa de Camaná, que reportó las mayores concentraciones de fosfatos durante los años de estudio en los periodos de invierno y primavera, mencionando que se debió porque la columna del agua suele estar más mezclada y fría producto de las surgencias, lo que favorece el ingreso de nutrientes.

4.2.5. Análisis de las variables bióticas y abióticas

En los análisis de correlación entre la comunidad fitoplanctónica y las variables abióticas, se evidenció que durante la primavera se presentaron más correlaciones, teniendo así, una correlación inversa significativa entre la diversidad de fitoplancton con la temperatura (Tabla 10), según Xue et al. (2022) estos resultados podría deberse a que ligeros aumentos térmicos en primavera favorecen la proliferación de especies oportunistas y termotolerantes, capaces de crecer rápidamente bajo condiciones de estratificación, lo que genera comunidades dominadas por especies específicas, y por tanto, una menor diversidad. En el estudio realizados por Jacobo & Sánchez (2023) en la bahía de Paracas, se evidenciaron que las variables de temperatura y salinidad correlacionaron con la comunidad fitoplanctónica, coincidiendo con algunos resultados del presente estudio, lo que demuestra que la temperatura es un parámetro importante que afecta directamente las tasas fisiológicas del fitoplancton, como en su crecimiento, tamaño corporal y reproducción (Baylón et al., 2019). Asimismo, la salinidad presentó correlación inversa significativa y baja con la abundancia y la riqueza (Tabla 10), respectivamente. La salinidad está estrechamente vinculada con la temperatura y también cumple importantes funciones en la fisiología del fitoplancton, afectando algunos procesos como el desarrollo de

floraciones en aguas costeras y en las tasas de crecimiento (Shikata et al., 2008; Guevara Mayorga & Calix Martínez, 2018). Además, la diversidad mostró una correlación directa baja con el oxígeno disuelto (Tabla 10), siendo uno de los parámetros de calidad del agua esencial para la salud del fitoplancton ya que influye en una serie de procesos biogeoquímicos como la respiración y el metabolismo, que inciden directamente en el desarrollo y supervivencia del fitoplancton (Iriarte et al., 2015). Esta correlación fue similar a los estudios realizados por Ramos Tejeda (2021) en el desembarcadero pesquero de Ilo y Valdivia Chávez et al. (2022) en la playa de Camaná, que reportaron al oxígeno disuelto correlacionarse con la comunidad fitoplanctónica. La conductividad eléctrica es otro factor que presentó correlación inversa significativa con la abundancia (Tabla 10), este resultado es evidente debido a que esta variable depende de la salinidad, aumentando en relación directa cuando esta aumenta. Respecto a la transparencia del agua en ambas estaciones, se determinó una correlación inversa significativa con la comunidad fitoplanctónica (Tabla 11 y 12), lo cual coincide con estudios de Alva López (2018) en la bahía de Samanco, y López Saravia (2022) en la bahía El Ferrol, que reflejan que los procesos naturales, como afloramientos y concentración de partículas en suspensión pueden reducir la claridad del agua, y a su vez en el crecimiento de las comunidades fitoplanctónicas. En cuanto a los sólidos totales disueltos, durante el otoño presentó una correlación inversa baja con la diversidad fitoplanctónica, indicando que a mayor concentración de STD, tiende a observarse una menor diversidad fitoplanctónica. Esto se debe, según Bellinger & Sigee (2015) a que los STD pueden incluir material orgánico e inorgánico, sales y nutrientes disueltos, que reducen la transparencia del agua, afectando la penetración de la luz solar en la columna de agua y el proceso de fotosíntesis, beneficiando a ciertas especies que suelen ser más tolerables al ambiente mientras que limita a otras, disminuyendo la diversidad fitoplanctónica.

Respecto al Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), el pH, los STD, y los nutrientes (PO_4 y NO_3) fueron los principales parámetros que determinaron la variabilidad de la comunidad fitoplanctónica en el ecosistema marino de Punta Coles, haciendo que los Bacillariophyta y

Miozoa tiendan a asociarse a concentraciones moderadas de nitratos y fosfato, respectivamente. Estas asociaciones, presentaron similar percepción con el estudio de Jacobo et al. (2021) en la Bahía de Miraflores, que reportó resultados similares donde ciertas especies de dinoflagelados se asociaron directamente con concentraciones de fosfatos, y especies de diatomeas con concentraciones moderadas de nitratos, mencionando que estos grupos reflejan su capacidad de aprovechar estos nutrientes para su crecimiento y desarrollo; y con el autor Bucheli (2018) en las costas de Ecuador, que registró asociación entre especies de diatomeas con los nitratos, señalando que ambientes con concentraciones mayores de nitratos crean condiciones que contribuyen al desarrollo de diatomeas.

V. CONCLUSIONES

- En ambas estaciones climáticas de muestreo, la estructura de la comunidad fitoplanctónica está determinada por diatomeas, dinoflagelados y silicoflagelados, con un total de 141 especies. La riqueza está dominada por el grupo de diatomeas, seguido de dinoflagelados, sin embargo, en otoño la riqueza es mayor. Asimismo, la abundancia total en los dos niveles de profundidad es dominada por el grupo diatomeas, con valores más altos durante primavera; y las especies más abundantes en la columna de agua son las diatomeas *Coscinodiscus granii* y *Asterionellopsis glacialis*. En ambas estaciones se observa una diversidad moderada.

- Las variables ambientales analizadas en general siguen patrones normales, sin embargo, difieren entre estaciones climáticas, atribuyéndose la variación a la influencia de masas de agua y zonas de surgencia. La temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales y clorofila-a presentan mayor variabilidad en la columna de agua.

- Los análisis de correlación evidenciaron que la comunidad fitoplanctónica está más influenciada por las condiciones físicas del medio, al presentar relaciones significativas con la temperatura, salinidad, conductividad eléctrica y transparencia.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar los muestreos durante las estaciones de verano e invierno, ya que presentan condiciones oceanográficas más estables en comparación con primavera y otoño, que son estaciones de transición.

- Se sugiere ampliar la elaboración de investigaciones a lo largo del gradiente costero-marino de la Reserva Nacional de Punta Coles, ante la ausencia de investigaciones enfocado en los muestreos de fitoplancton y su asociación con los parámetros ambientales del agua.

- Continuar con la investigación a largo plazo, y a su vez, debería ampliarse el área de estudio con la finalidad de incluir zonas de uso industrial, urbano y comercial recreativo colindante, para hacer comparaciones e interpretaciones de la influencia de estos factores antropogénicos.

VII. REFERENCIAS

Aguirre Gómez, R. (2013). Análisis espectral del Lago de Guadalupe, mediante imágenes de satélite y datos in situ. *Laboratorio de Análisis Geoespacial (LAGE), Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México*. https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/download/42338/44905?inline=1

Alva López, A. F. (2018). *Variación espacio temporal del fitoplancton tóxico en relación con factores fisicoquímicos de la Bahía de Samanco (Ancash, Perú) en los años 2011 y 2012*. Universidad Nacional del Santa.

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Editorial Episteme, C.A.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. In *Resolución Jefatural N°010-2016-ANA*.

Baldarrago, D., Aragón, B., Vizcarra, Y., Tejada, A., & Mamani, L. (2019). Caracterización de la estructura bentónica en el submareal somero de la Reserva de Punta Coles (Ilo, Región Moquegua), 2019. *Informe Instituto Del Mar Del Perú, 49*(2).

Barría, C., Vásquez-Calderón, P., Lizama, C., Herrera, P., Canto, A., Conejeros, P., Beltrami, O., Suárez-Isla, B. A., Carrasco, D., Rubilar, I., Guzmán, L., Durán, L. R., & Oliva, D. (2022). Spatial Temporal Expansion of Harmful Algal Blooms in Chile: A Review of 65 Years Records. In *Journal of Marine Science and Engineering* (Vol. 10, Issue 12). MDPI. https://doi.org/10.3390/jmse10121868

Baylón, M., Advíncula, O., Loyola, O., Norabuena, Á., & Hernández-Becerril, D. (2019). Variación espacial y temporal del fitoplancton con énfasis en las floraciones algales frente a La Playa de Pescadores Artesanales de Chorrillos / Lima / Perú. *Ecología Aplicada*, *18*(2), 133–143. https://doi.org/10.21704/REA.V18I2.1332

bbe moldaenke. (2018). *AlgaeTorch*. https://www.bbe-moldaenke.de/de/produkte/chlorophyll/details/algaetorch.html

Bellinger, E. G., & Sigee, D. C. (2015). *Freshwater algae: identification, enumeration and use as bioindicators*.

Bernal Rojas, S. (2024). *Gestión ambiental en los efluentes de la Compañía Pesquera del Pacifico Centro S.A para reducir la contaminación en el cuerpo marino receptor de la bahía de Supe (2012-2013)*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Bertrand, A., Tostain, S., Sylvestre, F., & Vidal, L. (2023). *Corriente de Humboldt: De las dinámicas oceánicas al manejo pesquero en el Perú*. www.editions.ird.fr

Brown, C. J., Fulton, E. A., Hobday, A. J., Matear, R. J., Possingham, H. P., Bulman, C., Christensen, V., Forrest, R. E., Gehrke, P. C., Gribble, N. A.,

Griffiths, S. P., Lozano-Montes, H., Martin, J. M., Metcalf, S., Okey, T. A., Watson, R., & Richardson, A. J. (2010). Effects of climate-driven primary production change on marine food webs: implications for fisheries and conservation. *Global Change Biology*, *16*(4), 1194–1212. https://doi.org/10.1111/J.1365-2486.2009.02046.X

Bucheli, R. (2018). *Comportamiento temporal del plancton ante factores oceanográficos en las estaciones de Esmeraldas, Puerto López y Salinas*. http://hdl.handle.net/1834/15424

Bustamante López, C., Carmenate Fernández, M., Lugioyo, G. M., & Loza Álvarez, S. (2016). Comunidades fitoplanctónicas indicadoras del estado trófico en las Playas del Este, La Habana, Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, *8*(2), 75. https://doi.org/10.15359/revmar.8-2.5

Caballero Arbizú, Y. S. (2021). *Fluctuaciones del pH, alcalinidad, oxígeno disuelto y nutriente en Cayos Miskitos, municipio de Puerto Cabezas, Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN)*. https://camjol.info/index.php/torreon/article/view/12743/14776

Cárdenas Ramos, F. L. (2017). *Bioacumulación en moluscos gasterópodos marinos por arsénico, cadmio, cobre, mercurio y plomo en el Área Natural Protegida Punta Coles, Ilo-Moquegua*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Carrasco, F. D. (2004). Organismos del bentos marino sublitoral: algunos aspectos sobre abundancia y distribución. In *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos* (Vol. 1, pp. 315–348). Departamento de Oceanografía Universidad de Concepción.

Carty, S., & Parrow, M. W. (2015). Dinoflagellates. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*, 773–807. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385876-4.00017-7

Cassidy, E. (2022). *Breathing Life into the Ocean*. https://earthobservatory.nasa.gov/images/150656/breathing-life-into-the-ocean

Celewicz, S., Kozak, A., & Kuczyńska-Kippen, N. (2022). Chlorophytes response to habitat complexity and human disturbance in the catchment of small and shallow aquatic systems. *Scientific Reports 2022 12:1*, *12*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-022-17093-3

Chen, L., Yao, P., Yang, Z., & Fu, L. (2023). Seasonal and vertical variations of nutrient cycling in the world's deepest blue hole. *Frontiers in Marine Science*, *10*, 1172475. https://doi.org/10.3389/FMARS.2023.1172475/BIBTEX

Cifuentes L., J., Torres G., P., & Frías M., M. (2000, January). *El Océano y sus Recursos III. Las Ciencias del Mar: Oceanografía Física, Matemáticas e Ingeniería*. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/oceano.htm

Cruz Gutiérrez, H. Y. (2018). *Diversidad de fitoplancton marino en las zonas litorales de Pacasmayo y Magdalena de Cao*. Universidad Nacional de Trujillo.

Cupp, E. E. (1943). *Marine plankton diatoms of the west coast of North America* (H. U. Sverdrup, R. H. Fleming, L. H. Miller, & C. E. Zobell, Eds.; 1st ed., Vol. 5). University of California Press.

Dahaan, S. A. M. Al, Al-Ansari, N., Knutsson, S., Dahaan, S. A. M. Al, Al-Ansari, N., & Knutsson, S. (2016). Influence of Groundwater Hypothetical Salts on Electrical Conductivity Total Dissolved Solids. *Engineering*, *8*(11), 823–830. https://doi.org/10.4236/ENG.2016.811074

D'Costa, P. M., & Naik, R. K. (2019). Advances in sampling strategies and analysis of phytoplankton. *Advances in Biological Science Research: A Practical Approach*, 501–521. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817497-5.00031-8

de Baar, H. J. W., van Heuven, S. M. A. C., & Middag, R. (2017). Ocean salinity, major elements, and thermohaline circulation. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39193-9_120-1

Delgado, E., Sánchez, S., Chang, F., Bernales, A., & Jacobo, N. (2019). *Cambios del fitoplancton en el mar peruano durante el verano 2017*. *34*(1), 61–79.

Edler, L., & Elbrächter, M. (2010). The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. In B. Karlson, C. Cusack, & E. Bresnan (Eds.), *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis* (IOC Manual & Guides, pp. 13–20). UNESCO.

Escalas, A., Catherine, A., Maloufi, S., Cellamare, M., Hamlaoui, S., Yéprémian, C., Louvard, C., Troussellier, M., & Bernard, C. (2019). Drivers and ecological consequences of dominance in periurban phytoplankton communities using networks approaches. *Water Research*, *163*, 114893. https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2019.114893

Espinoza, J., Amaya, O., & Quintanilla, R. (2013). *Atlas de Fitoplancton Marino* (1st ed.).

Fernández-González, C., Tarran, G. A., Schuback, N., Woodward, E. M. S., Arístegui, J., & Marañón, E. (2022). Phytoplankton responses to changing temperature and nutrient availability are consistent across the tropical and subtropical Atlantic. *Communications Biology*, *5*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s42003-022-03971-z

Ferronato, C. (2018). *Influencia de parámetros físico químicos sobre la distribución del fitoplancton en el área de El Rincón, plataforma surbonaerense del Mar Argentino*.

Galeano Chavarría, A. M., & Arteaga Sogamoso, E. (2016). Distribución y abundancia de diatomeas del género Pseudo-nitzschia en condición de El Niño 2007 sobre la cuenca pacífica colombiana. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, *39*(1).

Gharib, S. M., El-Sherif, Z. M., Abdel-Halim, A. M., & Radwan, A. A. (2011). Phytoplankton and environmental variables as a water quality indicator for the beaches at Matrouh, south-eastern Mediterranean Sea, Egypt: an

assessment. *Oceanologia*, *53*(3), 819–836. https://doi.org/10.5697/OC.53-3.819

Gómez Caballero, I. O. (1995). *Fitoplancton del área de Corralitos durante 1995, Ilo - Moquegua*.

Graco, M. I., Ledesma, J., Flores, G., & Girón, M. (2007). Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú. *Revista Peruana de Biologia*, *14*(1), 117–128. https://doi.org/10.15381/RPB.V14I1.2165

Grosman, F., Sanzano, P., & Bertora, A. (2019). *Destino: La Barrancosa. Una invitación a conocer lagunas pampeanas* (F. Grosman, P. Sanzano, & A. Bertora, Eds.; Primera edición).

Guevara Mayorga, Á. J., & Calix Martínez, L. L. (2018). *Dinámica de los grupos de fitoplancton Clorofitas y Cianofitas, y su relación con los parámetros físico-químicos en las pilas de estabilización San Isidro. Marzo-agosto 2015*.

Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2013). *AlgaeBase. World-Wide Electronic Publication*. National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org

Hernández, R., Fernández, C., & del Pilar Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Hinga, K. R. (2002). Effects of pH on coastal marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, *238*, 281–300. https://doi.org/10.3354/MEPS238281

Hutchins, D. A., & Capone, D. G. (2022). The marine nitrogen cycle: new developments and global change. *Nature Reviews Microbiology 2022 20:7*, *20*(7), 401–414. https://doi.org/10.1038/s41579-022-00687-z

IMARPE. (1985). *El fenómeno El Niño y su impacto en la fauna marina* (W. Arntz, A. Landa, & J. Tarazona, Eds.).

IMARPE. (1998). *Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas (MOPAS 9703) Paita-Pisco-Ilo*.

IMARPE. (2001). *Monitoreo bio-oceanográfico pesquero LP IMARPE IV 0106, de Playuelas (17°16´S) a Dominio Marítimo Sur del Perú (18°21´S)*.

IMARPE. (2010). *Manual de procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo del fitoplancton potencialmente tóxico* (Issue 01, p. 22).

IMARPE. (2013). *Temperatura superficial del mar y anomalías térmicas, salinidad superficial del mar*.

IMARPE. (2014). *50 años de Mar y Ciencia* (Primera edición).

IMARPE. (2022, February). *Floraciones Algales Nocivas FAN*. https://www.gob.pe/institucion/imarpe/campa%C3%B1as/21352-floraciones-algales-nocivas-fan

Instituto de Ciencias del Mar. (2022). *Guía didáctica: La red trófica*. https://elmarafons.icm.csic.es/la-red-trofica/?lang=es

Instituto Español de Oceanografía. (2012). *Estrategias marinas: Parte IV. Descriptores del buen estado ambiental. Descriptor 4: Redes Tróficas*. http://publicacionesoficiales.boe.es/

Iriarte, A., Villate, F., Uriarte, I., Alberdi, L., & Intxausti, L. (2015). Dissolved Oxygen in a Temperate Estuary: the Influence of Hydro-climatic Factors and Eutrophication at Seasonal and Inter-annual Time Scales. *Estuaries and Coasts*, *38*(3), 1000–1015. https://doi.org/10.1007/s12237-014-9870-x

Jacobo, N., & Sánchez, S. (2023). Características y distribución del fitoplancton en la bahía Paracas y áreas adyacentes (2013 - 2015). *Boletin Instituto Del Mar Del Perú*, *38*(1), 5–20. https://doi.org/10.53554/boletin.v38i1.379

Jacobo, N., Sánchez, S., Bernales, A., Chang, F., & Flores, G. (2021). *Variabilidad estacional del fitoplancton y su asociación con parámetros físico-químicos, Bahía Miraflores (12°S)*.

Jahan, S. (2023). The Role of Phytoplanktons in the Environment and in Human Life, a Review. *BASRA JOURNAL OF SCIENCE*, *41*(2), 392–411. https://doi.org/10.29072/BASJS.20230212

Jiménez Guillén, J. E. (2020). PROPUESTA DE INCLUIR COMO CRIMEN ORGANIZADO LA PESCA ILEGAL: CASO ESPECÍFICO ANP DE PUNTA COLES. In *Por el mar del Perú que queremos. Ensayos del Curso de capacitación en Derecho Pesquero* (SPDA). Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA. https://spda.org.pe/publicaciones/

Joy-Warren, H. L., van Dijken, G. L., Alderkamp, A. C., Leventer, A., Lewis, K. M., Selz, V., Lowry, K. E., van de Poll, W., & Arrigo, K. R. (2019). Light Is the Primary Driver of Early Season Phytoplankton Production Along the Western Antarctic Peninsula. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *124*(11), 7375–7399. https://doi.org/10.1029/2019JC015295

Kahru, M., Kudela, R., Manzano-Sarabia, M., & Mitchell, B. G. (2009). Trends in primary production in the California Current detected with satellite data. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *114*(2). https://doi.org/10.1029/2008JC004979

Käse, L., & Geuer, J. K. (2018). Phytoplankton Responses to Marine Climate Change – An Introduction. *YOUMARES 8 – Oceans Across Boundaries: Learning from Each Other*, 55–71. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93284-2_5

Khokhar, F. N., Ahmed, N., Ali, A., Gabol, K., Khooharo, A. R., Faheem, M., Hussain, A., Burhan, Z. N., & Siddiqui, P. J. A. (2021). Distribution and abundance of dinoflagellates from the coastal waters of Karachi, Pakistan, northern part of the Arabian Sea. *Brazilian Journal of Biology*, *82*, e245124. https://doi.org/10.1590/1519-6984.245124

Kuffo García, G. E., Piguave Bailón, J., Mendoza Cherrez, J., Bazurto Alvia, J. R., & Macías Barberán, J. R. (2024). Efectos de la luz y la temperatura en la fotosíntesis y la productividad primaria en ecosistemas marinos. *Revista*

Científica Multidisciplinar G-Nerando, *5*(2). https://doi.org/10.60100/RCMG.V5I2.279

Lalli, C. M., & Parsons, T. R. (1997). *Biological Oceanography: An Introduction* (Second). Oxford: Butterworth-Heinemann. https://books.google.com.pe/books?id=c6J5hlcjFaAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Lazar, L., Vlas, O., Pantea, E., Boicenco, L., Marin, O., Abaza, V., Filimon, A., & Bisinicu, E. (2024). Black Sea Eutrophication Comparative Analysis of Intensity between Coastal and Offshore Waters. *Sustainability (Switzerland)* , *16*(12), 5146. https://doi.org/10.3390/SU16125146/S1

Lee, R. E. (2008). *Phycology* (Fourth edition). Cambridge University Press. http://deskuenvis.nic.in/pdf/PhycologyLee.pdf

Li, Y., Yang, H., Dang, J., Yang, X., Xue, L., & Zhang, L. (2022). Seasonal variation of sea surface pH and its controls in the Jiaozhou Bay, China. *Continental Shelf Research*, *232*, 104613. https://doi.org/10.1016/J.CSR.2021.104613

Li, Z., Gao, Y., Wang, S., Lu, Y., Sun, K., Jia, J., & Wang, Y. (2021). Phytoplankton community response to nutrients along lake salinity and altitude gradients on the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Indicators*, *128*. https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2021.107848

Lindsey, R., & Scott, M. (2010, July 13). *What are Phytoplankton?* NASA Earth Observatory. https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton

López Magaña, J. L., Manzano Sarabia, M. M., Hurtado Oliva, M. Á., Piña Valdez, P., Hernández Almeida, Ó. U., Guzón Zatarain, Ó., & Hernández Sandoval, F. E. (2016). *Fitoplancton: pequeños centinelas del océano*.

López Saravia, S. B. (2022). *Características físico – químicas del agua de mar asociadas a las floraciones algales en la bahía "El Ferrol" (Ancash, Perú) en los años 2015 y 2016*. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Lora Vilchis, M. C., López Fuerte, F. O., & Pérez Rojas, C. A. (2020). Algas de cristal; diatomeas. *Recursos Naturales y Sociedad*, *6*(1), 25–42. https://doi.org/https://doi.org/10.18846/renaysoc.2020.06.06.01.0003

Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement* (1st ed.). https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0

Margalef, R. (1969). Diversidad de fitoplancton de red en dos áreas del Atlántico. *Investigación Pesquera*, *33*(1), 275–286.

Mena, J. L., Robles, R., Veliz, C., Riveros, J. C., Alvarez, C., Valdivia, R., & Vergel, C. (2014). Análisis de Vulnerabilidad de las Áreas Naturales Protegidas frente al Cambio Climático. In *Promoviendo la Gestión Integrada de la Conservación*.

MINAM. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*.

Ministerio de la Producción. (2007). *Resolución Directoral N° 1537-2007-PRODUCE/DIGSECOVI*.

Morales Ampuero, F. P. (2017). *Estudio del Efecto de las Interacciones del Sistema "Agua de Mar-Cal" en Procesamiento de Minerales*. Universidad de Chile.

Morales Pulido, J. M., & Aké Castillo, J. A. (2019). Coscinodiscus and Coscinodiscopsis (Bacillariophyceae) from National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *90*(3). https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2019.90.2790

Morales-Pulido, J. M., & Aké-Castillo, J. A. (2019). Coscinodiscus and Coscinodiscopsis (Bacillariophyceae) from national park Sistema arrecifal Veracruzano, Gulf of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *90*(3). https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2019.90.2790

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Primera, Vol. 1). M&T – Manuales y Tesis SEA. http://entomologia.rediris.es/sea

NASA Earth Observatory, & Global Maps. (2022). *Chlorophyll*. https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MY1DMM_CHLORA

Nasreen. (2022). Temperature of ocean water. *EPRA International Journal of Research and Development*, *7*(1). https://doi.org/10.36713/epra2016

NOAA, & NASA. (2020). *Ocean Chlorophyll Concentrations*. https://www.globalchange.gov/browse/indicators/ocean-chlorophyll-concentrations

Olson, S., Jansen, M. F., Abbot, D. S., Halevy, I., & Goldblatt, C. (2022). The Effect of Ocean Salinity on Climate and Its Implications for Earth's Habitability. *Geophysical Research Letters*, *49*(10). https://doi.org/10.1029/2021GL095748

ONU. (2017). *Los efectos del cambio climático y los cambios atmosféricos conexos en los océanos*.

Osorio Cardoso, J. S. (2010). *Dinámica espacio-temporal del fitoplancton en la Bahía de Cartagena y su relación con parámetros fisicoquímicos en un ciclo climático anual*.

Paniagua, G. F. (2015). *Dinámica costera y ecología de comunidades macrobentónicas intermareales de Pehuen Co, provincia de Buenos Aires*. Universidad Nacional del Sur.

Parker, A. (2016). Pattern recognition of ocean pH. *Nonlinear Engineering*, *5*(3), 205–217. https://doi.org/10.1515/NLENG-2016-0005/MACHINEREADABLECITATION/RIS

Penas Rios, C. G. (2019). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua de mar de la zona litoral de Chorrillos y Puerto Chico - Barranco* [Universidad Alas Peruanas]. https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/9523

Picado, A., Alvarez, I., Vaz, N., & Dias, J. M. (2013). Chlorophyll concentration along the northwestern coast of the Iberian Peninsula vs. atmosphere-ocean-land conditions. *Journal of Coastal Research*, *65*. https://doi.org/10.2112/SI65-346.1

Pielou, E. C. (1966). The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. *Journal of Theoretical Biology*, *13*, 131–144.

Qu, P., Fu, F., & Hutchins, D. A. (2018). Responses of the large centric diatom Coscinodiscus sp. to interactions between warming, elevated CO2, and nitrate availability. *Limnology and Oceanography*, *63*(3), 1407–1424. https://doi.org/10.1002/LNO.10781

Ramos Tejeda, J. L. (2021). *Relación de los parámetros fisicoquímicos con la estructura de la comunidad fitoplanctónica de las aguas superficiales del desembarcadero pesquero del Puerto de Ilo, región Moquegua, 2021*.

Righetti, D., Vogt, M., Gruber, N., Psomas, A., & Zimmermann, N. E. (2019). Global pattern of phytoplankton diversity driven by temperature and environmental variability. *Science Advances*, *5*(5). https://doi.org/10.1126/SCIADV.AAU6253

Rivera Chipana, L., & Gómez Caballero, O. (1997). *Crecimiento de la macha Mesodesma donacium y su relación con el fitoplancton en la playa Pozo de Lizas (Ilo, Moquegua), durante 1996-1997*.

Rosell, A., Martínez, A., & Núñez, N. (2009). El papel del ciclo de carbono oceánico en los cambios atmosféricos de CO2. *Seguridad y Medio Ambiente*, *116*, 52–70.

Rubao, J., Edwards, M., MacKas, D. L., Runge, J. A., & Thomas, A. C. (2010). Marine plankton phenology and life history in a changing climate: current research and future directions. *Journal of Plankton Research*, *32*(10), 1355–1368. https://doi.org/10.1093/PLANKT/FBQ062

Rusydi, A. F. (2018). *Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review*. https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012019

Sarker, S., Yadav, A. K., Akter, M., Shahadat Hossain, M., Chowdhury, S. R., Kabir, M. A., & Sharifuzzaman, S. M. (2020). Rising temperature and marine plankton community dynamics: Is warming bad? *Ecological Complexity*, *43*, 100857. https://doi.org/10.1016/J.ECOCOM.2020.100857

Sawyer, C. N., & McCarty, P. L. (1978). *Chemistry for Environmental Engineering* (3rd ed.). McGraw Hill Book Company.

SENAMHI. (2014). *El fenómeno El Niño en el Perú*.

SERNANP. (2009). *Establecimiento de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras*.

SERNANP. (2016). *Plan Maestro de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras*.

SERNANP. (2023). *Guión interpretativo Punta Coles*. https://hdl.handle.net/20.500.14150/2533

Shaik, A. ur R., Biswas, H., Reddy, N. P. C., Srinivasa Rao, V., Bharathi, M. D., & Subbaiah, C. V. (2015). Time series monitoring of water quality and microalgal diversity in a tropical bay under intense anthropogenic interference (SW coast of the Bay of Bengal, India). *Environmental Impact*

Assessment Review, *55*, 169–181. https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2015.08.005

Shikata, T., Nagasoe, S., Matsubara, T., Yoshikawa, S., Yamasaki, Y., Shimasaki, Y., Oshima, Y., Jenkinson, I. R., & Honjo, T. (2008). Factors influencing the initiation of blooms of the raphidophyte Heterosigma akashiwo and the diatom Skeletonema costatum in a port in Japan. *Limnology and Oceanography*, *53*(6), 2503–2518. https://doi.org/10.4319/LO.2008.53.6.2503

Song, J., Hou, C., Liu, Q., Wu, X., Wang, Y., & Yi, Y. (2020). Spatial and temporal variations in the plankton community because of water and sediment regulation in the lower reaches of Yellow River. *Journal of Cleaner Production*, *261*, 120972. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120972

Sournia, A., Chretiennot Dinet, M. J., & Ricard, M. (1991). Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? *Journal of Plankton Research*, *13*, 1093–1099. http://plankt.oxfordjournals.org/

Strong, W. L. (2016). Biased richness and evenness relationships within Shannon–Wiener index values. *Ecological Indicators*, *67*, 703–713. https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2016.03.043

Tapia Bernitta, M. E. (2010). *Variabilidad estacional del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en Esmeraldas durante 2004-2005*. Universidad de Guayaquil.

Todd, R. E., Rudnick, D. L., Davis, R. E., & Ohman, M. D. (2011). Underwater gliders reveal rapid arrival of El Niño effects off California's coast. *Geophysical Research Letters*, *38*(3). https://doi.org/10.1029/2010GL046376

Torres, G., Recalde, S., Narea, R., Renteria, W., Troccoli, L., & Tinoco, O. (2017). Variabilidad espacio-temporal del fitoplancton y variables oceanográficas en El Golfo de Guayaquil durante el 2013-2015. In *Rev. del InstItuto de InvestIgaclón FIgMMg-unMsM* (Vol. 20).

Tweddle, J. F., Gubbins, M., & Scott, B. E. (2018). Should phytoplankton be a key consideration for marine management? *Marine Policy*, *97*, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.08.026

Upadhyay, R. K. (2020). Markers for Global Climate Change and Its Impact on Social, Biological and Ecological Systems: A Review. *American Journal of Climate Change*, *9*(3), 159–203. https://doi.org/10.4236/AJCC.2020.93012

Valdivia Chávez, D., Ramos, C., & Del Águila Rivera, J. (2022). Densidad y composición fitoplanctónica en relación con los parámetros oceanográficos, Las Cuevas, Camaná, 2017-2019. *Boletin Instituto Del Mar Del Perú*, *37*(1), 146–161. https://doi.org/10.53554/boletin.v37i1.363

Vivas Aguas, L. J. (2011). Formulación del índice de calidad de aguas costeras para los países del Proyecto Spincam: Documento Metodológico. *Red de Información y Datos Del Pacífico Sur Para El Apoyo a La Gestión Integrada Del Área Costera (SPINCAM). Invemar-Programa Calidad Ambiental Marina, Santa Marta.*

Wang, Y., Wang, W., Huang, Y., Chang, L., Tang, X., He, X., & Lin, H. (2023). Scenarios of temporal environmental alterations and phytoplankton diversity in a changing bay in the East China Sea. *Frontiers in Marine Science*, *10*, 1303497. https://doi.org/10.3389/FMARS.2023.1303497/BIBTEX

Wei, Y., Ding, D., Gu, T., Jiang, T., Qu, K., Sun, J., & Cui, Z. (2022). Different responses of phytoplankton and zooplankton communities to current changing coastal environments. *Environmental Research*, *215*, 114426. https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2022.114426

Woodward, S. L. (2003). *Coastal Biome*. Greenwood Press. http://hdl.handle.net/1969.3/26726

Wooster, W. S., & Gilmartin, M. (1961). The Peru-Chile undercurrent. *Journal of Marine Research*, *19*(3). https://elischolar.library.yale.edu/journal_of_marine_research/967

Xue, T., Frenger, I., Prowe, A. E. F., José, Y. S., & Oschlies, A. (2022). Mixed layer depth dominates over upwelling in regulating the seasonality of ecosystem functioning in the Peruvian upwelling system. *Biogeosciences*, *19*(2), 455–475. https://doi.org/10.5194/BG-19-455-2022,

Zhou, Y., Yu, D., Yang, Q., Pan, S., Gai, Y., Cheng, W., Liu, X., & Tang, S. (2021). Variations of Water Transparency and Impact Factors in the Bohai and Yellow Seas from Satellite Observations. *Remote Sensing 2021, Vol. 13, Page 514*, *13*(3), 514. https://doi.org/10.3390/RS13030514

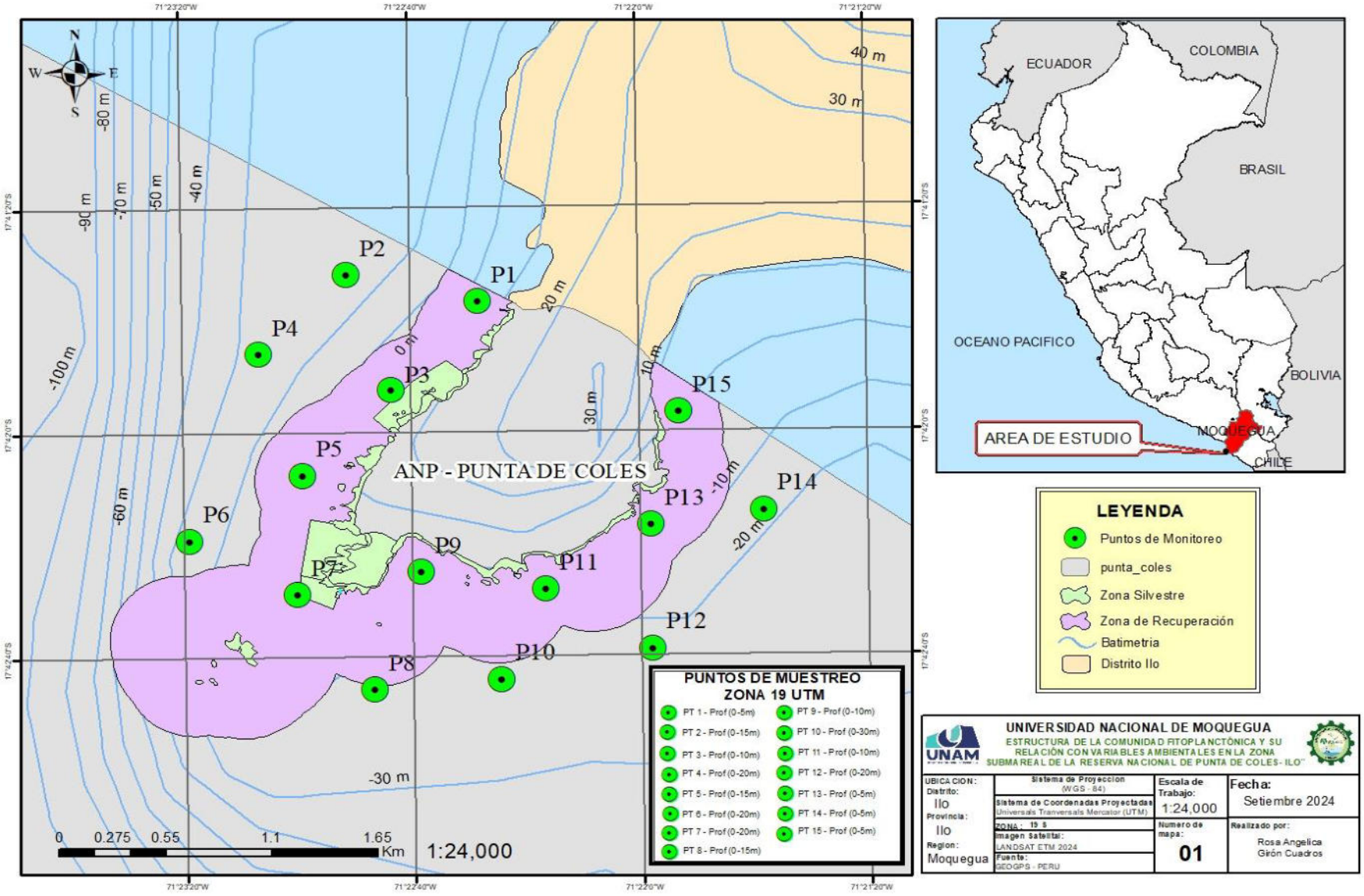
Zuta, S., & Guillén, O. (1970). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Instituto Del Mar Del Perú - IMARPE*. https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/949

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Diseño de investigación	Población y muestra	Técnicas e instrumentos
Interrogante general: ¿Cuál es la relación de la estructura de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles? **Interrogante especifica:** ¿Cuál es la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño? ¿Cuáles son los valores de los parámetros ambientales en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño?	**Objetivo general:** Determinar la relación de la estructura de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles. **Objetivos específicos:** Determinar la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño. Determinar los parámetros ambientales en las aguas de la Reserva Nacional de Punta Coles durante primavera y otoño.	**Hipótesis de investigación (Hi):** Existe relación de la comunidad fitoplanctónica con las variables ambientales en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles. **Hipótesis nula (Ho):** No existe relación de las variables ambientales con la comunidad fitoplanctónica en la zona submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles.	**Variable 1:** **Parámetros ambientales** Físicos: temperatura, transparencia Químicos: pH, salinidad, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, clorofila-a y nutrientes (PO_4 y NO_3). **Variable 2:** **Comunidad fitoplanctónica** Composición taxonómica Abundancia (cél/L) Diversidad	Temp: °C Transp: m pH: - Sal: PSU CE: mS/cm STD: mg/L OD: mg/L Chl-a: µg/L Nutrientes: mg/L Cél./L	El diseño de la investigación será del tipo ***descriptivo - no experimental y longitudinal.***	**Población:** Comunidad fitoplanctónica **Muestra:** Muestreo ***no probabilístico, del tipo por conveniencia***.	**Técnica analítica:** Método microscópico de Utermohl para el análisis cuantitativo de fitoplancton. **Instrumento:** Manual de Procedimientos para el Mues treo y Ensayo Semicuantitativo y Cuantitativo de Fitoplancton del IMARPE.

Anexo 2: Mapa de ubicación de puntos de muestreo



Anexo 3: Matriz de variables ambientales durante la estación primavera

Área de estudio	Estación	Punto de muestreo	Profundidad	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (UPS)	OD (mg/L)	CE (mS/cm)	SDT (mg/L)	Chl-a (µg/L)	Transparencia (m)	Fosfato (PO4)	Nitrato (NO3)
Reserva Punta Coles	Primavera	P1	0	17,00	8,10	35,16	7,45	53,24	37,84	1,00	3,5	0,329	0,74
			5	17,20	8,02	35,08	8,90	53,09	34,52	1,50			
		P2	0	17,00	8,13	35,13	5,59	53,18	39,64	2,20	6	0,331	0,79
			15	16,80	8,10	35,13	1,14	53,14	34,56	2,20			
		P3	0	16,60	8,16	35,14	2,78	53,19	38,36	1,00	5	0,338	0,69
			10	16,50	8,17	35,15	4,20	53,25	34,54	1,90			
		P4	0	16,70	8,13	35,16	4,04	53,21	38,32	0,90	6,7	0,334	0,72
			20	14,70	8,00	35,10	4,46	53,19	34,59	0,10			
		P5	0	16,50	8,16	35,15	4,20	53,20	34,98	0,60	5,5	0,345	0,67
			15	15,50	8,07	35,12	2,84	53,19	34,57	0,90			
		P6	0	16,60	8,15	35,16	4,17	53,20	34,57	10,20	6	-	-
			20	15,30	8,04	35,12	4,60	53,19	34,53	10,30			
		P7	0	16,60	8,10	35,10	4,17	53,18	39,14	9,50	5	0,351	0,70
			20	15,70	8,10	35,26	4,47	53,22	34,65	9,20			
		P8	0	18,70	7,89	35,17	3,68	53,20	38,34	11,40	3,5	0,537	0,73
			15	18,40	7,88	35,18	3,64	51,64	34,59	11,20			
		P9	0	18,60	7,93	35,17	3,70	53,25	39,98	7,70	3	0,328	0,70
			10	17,50	7,88	35,18	3,90	53,23	34,61	11,10			
		P10	0	19,00	7,99	35,21	3,44	53,26	34,61	7,60	3,5	-	-
			30	15,20	7,69	35,19	3,69	53,25	34,61	11,20			
		P11	0	19,52	7,97	35,15	3,38	53,16	33,10	1,10	4	0,333	0,66
			10	17,10	7,85	35,10	4,03	53,09	34,52	1,90			
		P12	0	20,30	8,02	35,03	3,22	53,03	38,62	1,90	5,5	0,320	0,87
			20	15,70	7,72	35,08	4,43	53,05	34,53	3,90			
		P13	0	19,50	7,98	35,04	3,42	53,02	34,48	2,80	3,5	-	-
			5	16,80	7,82	35,07	4,11	53,10	34,52	4,00			
		P14	0	20,01	8,01	35,03	3,22	53,01	36,14	1,60	3,7	0,370	0,27
			5	15,40	7,69	35,00	4,58	53,03	34,48	4,50			
		P15	0	16,90	7,78	35,04	4,05	53,11	34,86	5,30	3	0,178	0,22
			5	16,80	8,15	35,10	4,11	53,14	34,53	5,50			
Promedio				17,14	7,99	35,12	4,12	53,11	35,71	4,77	4,49	0,341	0,65

Anexo 4: Matriz de variables ambientales durante la estación otoño

Área de estudio	Estación	Punto de muestreo	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (UPS)	OD (mg/L)	CE (mS/cm)	SDT (mg/L)	Chl-a (µg/L)	Transparencia (m)	Fosfato (PO4)	Nitrato (NO3)
Reserva Punta Coles	Otoño	P1	0	16,50	7,72	35,22	4,20	53,30	34,22	0,30	4,5	0,06	6,81
			5	16,30	7,67	35,20	4,27	53,29	34,64	0,70			
		P2	0	17,10	7,73	35,17	4,02	53,21	34,51	4,60	5,5	0,06	8,52
			15	16,70	7,69	35,31	4,14	53,31	34,68	4,40			
		P3	0	16,60	7,71	35,20	4,20	53,27	34,12	0,90	6,5	0,06	10,80
			10	16,20	7,68	35,22	4,27	53,26	34,62	0,60			
		P4	0	17,30	7,70	35,19	3,93	53,22	34,26	1,60	6	0,06	3,92
			20	16,80	7,68	35,18	4,11	53,27	34,61	3,00			
		P5	0	17,10	7,63	35,19	4,04	53,25	33,29	2,30	2,7	0,06	12,27
			15	16,30	7,61	35,18	4,27	53,14	34,55	1,50			
		P6	0	18,00	7,69	35,17	3,79	53,22	34,06	1,40	5	-	-
			20	15,20	7,60	35,22	4,64	53,33	34,66	0,80			
		P7	0	16,30	7,60	35,21	4,27	53,31	33,59	3,50	7	0,06	30,40
			20	15,70	7,59	35,20	4,47	53,29	34,63	0,80			
		P8	0	16,80	7,66	35,19	4,08	53,27	32,69	1,50	5	0,06	14,61
			15	15,20	7,58	35,25	4,63	53,33	34,69	1,30			
		P9	0	17,40	7,78	35,21	3,93	53,28	33,90	5,30	5	0,06	11,41
			10	16,60	7,76	35,22	4,20	53,31	34,66	1,30			
		P10	0	17,30	7,69	35,18	4,11	53,25	34,61	1,20	5,5	-	-
			30	15,20	7,62	35,39	4,62	53,18	34,82	0,80			
		P11	0	16,70	7,67	35,22	4,14	53,26	33,18	1,20	6	0,06	8,53
			10	16,30	7,68	35,18	4,26	53,31	34,61	2,20			
		P12	0	16,90	7,72	35,17	4,08	53,26	33,47	0,30	5,5	0,06	9,63
			20	16,50	7,71	35,16	4,14	53,16	34,59	1,70			
		P13	0	16,40	7,64	35,21	4,26	53,23	34,63	6,20	4,7	-	-
			5	15,60	7,57	35,20	4,50	53,31	34,65	2,70			
		P14	0	17,00	7,71	35,17	4,08	53,27	34,04	3,00	4,5	0,06	14,44
			5	15,70	7,58	35,20	4,47	53,25	34,63	1,70			
		P15	0	16,50	7,52	35,18	4,19	53,23	33,72	3,20	4	0,06	6,81
			5	16,40	7,60	35,19	4,23	53,29	34,62	4,10			
Promedio				16,49	7,66	35,21	4,22	53,26	34,27	2,14	5,16	0,06	11,51

Anexo 5: Matriz de composición (clasificación taxonómica) de fitoplancton durante la estación primavera

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus radiatus*
				Coscinodiscus wailesii
				Coscinodiscus granii
				Coscinodiscus centralis
			Heliopeltaceae	*Actinoptychus senarius*
				Actinoptychus splendens
			Hemidiscaceae	*Actinocyclus sp.*
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira moniliformis*
				Melosira nummuloides
		Corethrales	Corethraceae	*Corethron criophilum*
		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	*Rhizosolenia imbricata*
				Rhizosolenia setigera
				Guinardia delicatula
	Bacillariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae	*Licmophora abbreviata*
				Licmophora flabellata
				Licmophora sp. 1
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	*Thalassionema nitzschioides*
				Thalassionema sp. 1
				Thalassionema sp. 2
				Thalassionema sp. 3
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora sp.*
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Pseudo-nitzschia pungens*
				Pseudo-nitzschia delicatissima
				Pseudo-nitzschia sp. 1
				Nitzschia sp. 1
				Nitzschia sp. 2
				Cylindrotheca closterium
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Pleurosigma angulatum*
				Pleurosigma sp. 1
				Pleurosigma sp. 2
				Pleurosigma sp. 3
			Naviculaceae	*Navicula cancellata*
				Navicula sp. 1
				Navicula sp. 2
			Diploneidaceae	*Diploneis didyma*
				Diploneis crabro
		Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria sp. 1*
				Fragilaria sp. 2
				Fragilaria sp. 3

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Grammatophoraceae	*Grammatophora marina*
				Grammatophora oceanica
		Rhaphoneidales	Asterionellopsidaceae	*Asterionellopsis glacialis*
		Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis costata*
				Cocconeis sp. 1
			Achnanthaceae	*Achnanthes longipes*
				Achnanthes inflata
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema sp.*
		Surirellales	Entomoneidaceae	*Entomoneis sp.*
	Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	*Chaetoceros decipiens*
				Chaetoceros lauderi
				Chaetoceros lorenzianus
				Chaetoceros pseudocurvisetus
				Chaetoceros curvisetus
				Chaetoceros debilis
				Chaetoceros danicus
				Chaetoceros borealis
				Chaetoceros densus
				Chaetoceros sp. 1
				Chaetoceros sp. 2
				Chaetoceros sp. 3
			Leptocylindraceae	*Leptocylindrus danicus*
		Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	*Detonula confervacea*
				Detonula pumila
				Planktoniella sol
				Thalassiosira punctigera
				Thalassiosira sp. 1
				Thalassiosira sp. 2
		Eupodiscales	Odontellaceae	*Odontella granulata*
				Odontella longicruris
		Hemiaulales	Hemiaulaceae	*Cerataulina pelagica*
		Lithodesmiales	Lithodesmiaceae	*Lithodesmium undulatum*
				Ditylum brightwellii
Miozoa	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	*Ceratium furca*
				Ceratium lineatum
				Ceratium balechii
				Ceratium muelleri
				Ceratium azoricum
				Ceratium arcticum
				Ceratium fusus

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie
Miozoa	Dinophyceae	Gonyaulacales	Pyrophacaceae	*Pyrophacus horologium*
				Pyrophacus sp. 1
				Pyrophacus sp. 2
			Gonyaulacaceae	*Gonyaulax sp.*
			Pyrocystaceae	*Dissodinium sp.*
		Dinophysales	Dinophysaceae	*Dinophysis acuminata*
				Dinophysis rotundata
				Dinophysis sp. 1
		Prorocentrales	Prorocentraceae	*Prorocentrum micans*
				Prorocentrum lima
				Prorocentrum cordatum
		Peridiniales	Protoperidiniaceae	*Protoperidinium pentagonum*
				Protoperidinium depressum
				Protoperidinium oceanicum
				Protoperidinium steinii
				Protoperidinium sp. 1
				Protoperidinium sp. 2
				Diplopsalis sp.
			Podolampadaceae	*Podolampas palmipes*
				Podolampas elegans
		Gymnodiniales	Actiniscaceae	*Actiniscus pentasterias*
Dictyochophyta	Dictyochophyceae	Dictyochales	Dictyochaceae	*Dictyocha octonaria*
				Dictyocha fibula

Anexo 6: Matriz de composición (clasificación taxonómica) de fitoplancton durante la estación otoño

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie
Bacillariophyta	Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	*Coscinodiscus radiatus*
				Coscinodiscus granii
				Coscinodiscus centralis
				Coscinodiscus marginatus
				Coscinodiscus wailesii
			Heliopeltaceae	*Actinoptychus senarius*
				Actinoptychus splendens
			Hemidiscaceae	*Actinocyclus sp.*
		Asterolamprales	Asterolampraceae	*Asteromphalus sp.*
		Melosirales	Melosiraceae	*Melosira nummuloides*
		Corethrales	Corethraceae	*Corethron criophilum*
		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	*Rhizosolenia imbricata*
				Rhizosolenia setigera
				Guinardia striata
				Guinardia sp. 1
	Bacillariophyceae	Licmophorales	Licmophoraceae	*Licmophora abbreviata*
				Licmophora sp. 1
				Licmophora sp. 2
			Ulnariaceae	*Ulnaria ulna*
		Thalassionematales	Thalassionemataceae	*Thalassionema nitzschioides*
				Thalassionema frauenfeldii
				Thalassionema sp. 1
				Thalassionema sp. 2
		Bacillariales	Bacillariaceae	*Bacillaria sp.*
				Pseudo-nitzschia pungens
				Pseudo-nitzschia sp. 1
				Pseudo-nitzschia sp. 2

				Nitzschia sp. 1
				Nitzschia sp. 2
				Cylindrotheca closterium
		Naviculales	Pleurosigmataceae	*Pleurosigma angulatum*
				Pleurosigma normanii
				Pleurosigma sp. 1
				Pleurosigma sp. 2
			Naviculaceae	*Navicula cancellata*
				Navicula longa
				Navicula sp. 1
				Navicula sp. 2
				Navicula sp. 3
				Gyrosigma sp. 1
				Gyrosigma sp. 2
			Diploneidaceae	*Diploneis didyma*
		Rhaphoneidales	Asterionellopsidaceae	*Asterionellopsis glacialis*
		Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria sp. 1*
				Fragilaria sp. 2
				Fragilaria sp. 3
		Rhabdonematales	Grammatophoraceae	*Grammatophora marina*
				Grammatophora oceanica
				Grammatophora undulata
		Achnanthales	Cocconeidaceae	*Cocconeis costata*
				Cocconeis scutellum
				Cocconeis sp. 1
			Achnanthaceae	*Achnanthes longipes*
		Cymbellales	Gomphonemataceae	*Gomphonema sp. 1*
				Gomphonema sp. 2
		Surirellales	Entomoneidaceae	*Entomoneis sp.*
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora sp. 1*
				Amphora sp. 2
				Amphora sp. 3
	Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	*Chaetoceros decipiens*
				Chaetoceros debilis

				Chaetoceros diadema
				Chaetoceros lauderi
				Chaetoceros lorenzianus
				Chaetoceros pseudocurvisetus
				Chaetoceros socialis
				Chaetoceros concavicornis
				Chaetoceros curvisetus
				Chaetoceros peruvianus
				Chaetoceros sp. 1
				Chaetoceros sp. 2
				Chaetoceros sp. 3
				Chaetoceros sp. 4
			Leptocylindraceae	*Leptocylindrus danicus*
		Thalassiosirales	Skeletonemataceae	*Skeletonema costatum*
				Skeletonema sp. 1
			Thalassiosiraceae	*Thalassiosira punctigera*
				Thalassiosira rotula
				Thalassiosira sp. 1
				Thalassiosira sp. 2
				Planktoniella sol
				Detonula confervacea
				Detonula pumila
		Eupodiscales	Odontellaceae	*Odontella granulata*
				Odontella mobiliensis
			Eupodiscaceae	*Auliscus sp.*
		Probosciales	Probosciaceae	*Proboscia alata*
		Hemiaulales	Hemiaulaceae	*Cerataulina pelagica*
				Eucampia zodiacus

		Lithodesmiales	Lithodesmiaceae	*Lithodesmium undulatum*
		Biddulphiales	Biddulphiaceae	*Biddulphia rhombus*
Miozoa	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratiaceae	*Ceratium furca*
				Ceratium lineatum
				Ceratium balechii
				Ceratium muelleri
				Ceratium azoricum
				Ceratium arcticum
				Ceratium sp. 1
			Pyrocystaceae	*Pyrophacus horologium*
				Pyrophacus sp. 1
				Dissodinium sp.
			Gonyaulacaceae	*Gonyaulax spinifera*
				Gonyaulax sp. 1
		Dinophysales	Dinophysaceae	*Dinophysis acuminata*
				Dinophysis rotundata
				Dinophysis sp. 1
			Oxyphysaceae	*Oxyphysis oxytoxoides*
		Prorocentrales	Prorocentraceae	*Prorocentrum micans*
				Prorocentrum gracile
				Prorocentrum cordatum
		Peridiniales	Protoperidiniaceae	*Protoperidinium pentagonum*
				Protoperidinium conicum
				Protoperidinium depressum
				Protoperidinium oceanicum
				Protoperidinium claudicans
				Protoperidinium steinii
				Protoperidinium pellucidum
				Protoperidinium minutum
				Protoperidinium sp. 1

				Protoperidinium sp. 2
				Protoperidinium sp. 3
				Diplopsalis lenticula
			Podolampadaceae	*Podolampas palmipes*
		Gymnodiniales	Actiniscaceae	*Actiniscus pentasterias*
		Thoracosphaerales	Thoracosphaeraceae	*Scrippsiella trochoidea*
Dictyochophyta	Dictyochophyceae	Dictyochales	Dictyochaceae	*Dictyocha octonaria*
				Dictyocha fibula

Anexo 7: Matriz de abundancia (Bacillariophyta) de fitoplancton durante la estación primavera

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Thalassiosira punctigera	600	300	300	200	300	100	300	200	800	900	500	200	300	0	80
Thalassiosira sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassiosira sp. 2	300	0	300	200	0	100	0	100	700	400	100	0	500	0	120
Coscinodiscus radiatus	2400	400	5500	3200	6700	1700	12000	1400	10900	2900	2200	1800	8300	400	540
Coscinodiscus wailesii	0	0	0	100	0	100	0	400	0	0	0	0	0	100	240
Coscinodiscus granii	0	200	200	400	0	200	0	100	100	0	0	300	300	0	560
Coscinodiscus centralis	0	0	0	300	0	200	0	0	0	0	0	100	0	200	60
Actinocyclus sp.	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actinoptychus senarius	0	0	0	0	0	0	100	200	0	0	0	0	0	0	20
Actinoptychus splendens	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Cocconeis costata	0	100	0	0	1600	1800	200	200	400	200	0	0	600	0	0
Cocconeis sp. 1	0	900	200	0	300	1100	0	100	800	200	200	200	100	0	0
Pleurosigma angulatum	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Pleurosigma sp. 1	200	0	600	0	400	0	100	0	100	0	0	0	0	0	40
Pleurosigma sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0	0	100
Pleurosigma sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0	0	0
Navicula cancellata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Navicula sp. 1	400	500	1000	900	1100	3100	2300	1100	6900	600	800	800	2000	700	160
Navicula sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grammatophora marina	0	0	0	500	0	600	1000	400	1500	0	600	400	0	1400	3040
Grammatophora oceanica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	300	0	0	0
Thalassionema nitzschioides	4000	700	4500	2000	2500	3100	8500	5200	7800	2600	6300	1200	3400	1500	600
Thalassionema sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	600	100	200	0	400	0	600	0
Thalassionema sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	200	0	0	0	0
Thalassionema sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudo-nitzschia pungens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20

Especies/Punto de muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Thalassiosira punctigera	160	0	0	640	160	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Thalassiosira sp. 1	0	0	0	0	0	200	0	1000	0	0	0	0	0	0	0
Thalassiosira sp. 2	0	0	0	240	0	400	0	200	1600	0	0	600	0	400	200
Coscinodiscus radiatus	4480	7600	3400	880	10680	12900	35200	21400	9200	2400	9500	7600	6400	800	3200
Coscinodiscus wailesii	40	120	240	880	240	800	0	0	0	600	0	700	0	0	0
Coscinodiscus granii	400	1120	920	3840	2640	11500	99200	307000	5700	92000	8600	90800	4600	36800	19700
Coscinodiscus centralis	0	440	0	40	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Actinocyclus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actinoptychus senarius	0	480	0	0	0	800	0	300	0	300	0	2000	0	600	0
Actinoptychus splendens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	100	0	0
Cocconeis costata	80	80	80	0	480	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0
Cocconeis sp. 1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	200	0
Pleurosigma angulatum	0	0	0	0	40	100	0	100	0	0	0	0	0	0	100
Pleurosigma sp. 1	0	80	0	0	0	0	1600	200	1600	0	600	0	200	0	200
Pleurosigma sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleurosigma sp. 3	0	80	160	0	680	900	16600	200	1000	1200	400	1800	400	0	200
Navicula cancellata	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0
Navicula sp. 1	0	0	0	0	0	1200	200	5800	2200	1400	1000	0	1600	100	3400
Navicula sp. 2	0	160	0	0	320	0	0	0	0	0	0	19600	0	10200	0
Grammatophora marina	640	5120	1760	4640	6600	4400	1800	23400	39800	31400	22400	100400	67700	21500	57200
Grammatophora oceanica	0	120	640	0	0	1000	0	500	0	400	0	0	1300	0	0
Thalassionema nitzschioides	800	3520	1760	6720	2240	29500	3300	6300	602	5000	12400	800	38200	4600	800
Thalassionema sp. 1	0	0	0	0	0	100	0	0	1500	0	0	0	800	0	0
Thalassionema sp. 2	0	0	0	0	0	3500	1200	200	400	0	0	0	500	0	0
Thalassionema sp. 3	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudo-nitzschia pungens	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especies/Punto de muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Pseudo-nitzschia delicatissima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Pseudo-nitzschia sp. 1	0	800	0	300	0	0	0	500	600	500	0	800	600	0	0
Nitzschia sp. 1	500	0	1000	0	600	100	0	0	1400	0	100	0	100	0	0
Nitzschia sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	40
Diploneis didyma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diploneis crabro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achnanthes longipes	0	0	0	0	200	100	0	0	0	0	0	0	100	0	40
Achnanthes inflata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Licmophora abbreviata	700	400	600	0	800	1000	4500	300	700	100	400	200	500	100	960
Licmophora flabellata	0	0	0	0	0	900	0	0	0	0	200	0	0	0	0
Licmophora sp. 1	0	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros decipiens	2600	0	4400	3600	0	0	2800	4100	4500	600	3000	1100	3700	0	820
Chaetoceros lauderi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros lorenzianus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros pseudocurvisetus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros curvisetus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros debilis	300	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
Chaetoceros danicus	0	0	0	0	0	0	400	0	300	0	0	300	0	100	0
Chaetoceros borealis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros densus	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
Fragilaria sp. 1	0	0	0	2000	0	1900	0	900	0	500	0	500	0	600	0
Fragilaria sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Fragilaria sp. 3	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especies/Punto de muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Pseudo-nitzschia delicatissima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudo-nitzschia sp. 1	0	0	0	0	0	900	0	0	0	0	0	0	200	0	0
Nitzschia sp. 1	80	0	0	0	0	200	0	500	3000	0	400	7800	400	200	0
Nitzschia sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Diploneis didyma	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diploneis crabro	0	0	0	0	0	200	0	0	0	200	0	0	0	0	200
Achnanthes longipes	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	200	100	0	0	0
Achnanthes inflata	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Licmophora abbreviata	320	80	40	1840	240	1400	11500	8000	6300	11300	3200	27600	1200	8400	500
Licmophora flabellata	0	2000	0	0	0	0	0	100	0	0	0	3000	0	400	0
Licmophora sp. 1	0	160	0	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros decipiens	1640	560	800	1360	2040	12700	77600	36300	9000	23400	32000	33600	22400	7500	70500
Chaetoceros lauderi	640	120	0	0	320	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	500
Chaetoceros lorenzianus	200	160	0	0	1120	1200	0	1200	700	15300	2400	17000	300	6200	2300
Chaetoceros pseudocurvisetus	0	240	0	0	0	3600	2000	14000	1200	52900	14400	24200	3000	1000	5100
Chaetoceros curvisetus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1700	0	0
Chaetoceros debilis	0	0	0	0	0	200	0	0	0	400	100	0	100	0	200
Chaetoceros danicus	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	1800	1000	600	1000	200	0
Chaetoceros borealis	0	0	0	0	0	0	0	300	200	200	0	0	200	0	0
Chaetoceros densus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 2	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 3	0	160	0	0	80	1100	0	10800	1800	3000	3000	0	400	0	400
Fragilaria sp. 1	0	0	0	0	720	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0
Fragilaria sp. 2	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0	200	0
Fragilaria sp. 3	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especies/Punto de muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Detonula confervacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3300	0	0	0	0	0
Detonula pumila	0	0	700	0	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0
Odontella granulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Odontella longicruris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melosira moniliformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melosira nummuloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia imbricata	0	100	0	0	0	0	200	100	300	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia setigera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
Corethron criophilum	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	120
Cylindrotheca closterium	100	100	100	0	100	0	400	0	600	800	0	200	700	0	0
Asterionellopsis glacialis	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planktoniella sol	100	0	0	200	0	100	500	100	200	100	0	100	200	300	0
Guinardia delicatula	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Amphora sp.	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphonema sp.	0	800	0	0	700	100	200	100	600	800	500	100	200	0	360
Leptocylindrus danicus	0	700	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	1000	0	0
Ditylum brightwellii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12160
Cerataulina pelagica	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lithodesmium undulatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Entomoneis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40

Especies/Punto de muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Detonula confervacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Detonula pumila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontella granulata	0	80	0	0	0	0	0	0	0	100	0	400	0	0	0
Odontella longicruris	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Melosira moniliformis	0	0	0	0	0	0	0	1200	400	1500	200	3400	0	0	0
Melosira nummuloides	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia imbricata	80	0	160	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia setigera	720	960	720	560	6160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corethron criophilum	0	0	80	400	0	600	100	0	800	400	0	0	1000	0	0
Cylindrotheca closterium	0	0	0	0	0	11200	400	0	1200	1400	400	3000	1400	200	300
Asterionellopsis glacialis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	0	400
Planktoniella sol	0	0	0	0	0	400	5400	1000	800	0	0	600	400	0	0
Guinardia delicatula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphora sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	0	0	0
Gomphonema sp.	480	1360	160	640	240	600	1000	7300	1400	4500	5600	0	0	2400	0
Leptocylindrus danicus	0	160	0	0	0	2100	700	600	0	0	0	0	0	0	500
Ditylum brightwellii	2480	4480	7920	45440	17840	1200	14100	1800	400	0	600	0	200	0	0
Cerataulina pelagica	0	480	0	0	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lithodesmium undulatum	160	200	160	0	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entomoneis sp.	0	0	160	560	400	0	0	2000	2800	0	2100	800	2400	200	0

Anexo 8: Matriz de abundancia (Miozoa) de fitoplancton durante la estación primavera

Especies/Punto de muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Miozoa															
Ceratium furca	6000	3700	8800	16500	2200	5100	9600	5300	600	1500	1700	3700	6800	2200	720
Ceratium lineatum	400	1200	4700	3400	700	500	6800	900	600	100	800	0	1600	100	240
Ceratium balechii	400	200	500	600	0	200	0	600	0	100	100	0	200	100	0
Ceratium muelleri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratium azoricum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratium arcticum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratium fusus	3200	800	4500	6000	1000	1600	2300	1600	800	200	500	800	2700	100	160
Dinophysis acuminata	2500	500	5600	4300	3000	1400	7900	3500	6100	100	1400	1200	3500	300	960
Dinophysis rotundata	400	0	200	600	200	0	900	500	800	200	300	100	500	100	120
Dinophysis sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum micans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Prorocentrum lima	200	100	800	700	0	100	200	100	1300	100	600	200	500	100	0
Prorocentrum cordatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium pentagonum	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	200	100	0	0
Protoperidinium depressum	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium oceanicum	0	200	100	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	400	0
Protoperidinium steinii	0	0	0	0	200	0	100	0	200	300	100	200	100	300	640
Protoperidinium sp. 1	0	0	0	200	0	100	0	0	0	0	0	200	100	200	0
Protoperidinium sp. 2	0	0	300	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
Podolampas palmipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Podolampas elegans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
Pyrophacus horologium	1600	200	2900	1100	1700	0	2500	0	1400	300	1600	500	1800	200	80
Pyrophacus sp. 1	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrophacus sp. 2	0	500	0	300	0	100	0	900	0	100	0	0	0	0	0
Gonyaulax sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especies/Punto de muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Miozoa															
Ceratium furca	0	160	0	400	480	6400	0	1200	8600	4200	5000	4800	800	0	3400
Ceratium lineatum	0	0	0	0	240	1400	0	0	1200	600	200	0	0	0	700
Ceratium balechii	0	0	0	0	0	200	0	200	0	0	0	200	100	0	0
Ceratium muelleri	80	0	0	0	0	1000	0	0	0	200	400	0	200	0	0
Ceratium azoricum	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	200	0	0	0	0
Ceratium arcticum	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Ceratium fusus	0	0	0	240	0	2800	0	0	1800	400	1200	1800	0	0	2200
Dinophysis acuminata	0	160	0	0	880	2400	0	0	800	4800	6600	1200	400	0	800
Dinophysis rotundata	0	0	0	0	0	1400	0	0	3800	2200	2300	200	0	0	600
Dinophysis sp. 1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum micans	160	0	0	2800	400	0	0	0	0	0	600	1400	0	0	600
Prorocentrum lima	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum cordatum	0	320	80	0	0	1400	8600	10900	0	0	0	5200	1000	2600	600
Protoperidinium pentagonum	0	80	40	0	80	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium depressum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium oceanicum	160	160	240	0	160	0	0	0	0	200	0	200	0	0	0
Protoperidinium steinii	0	0	80	960	480	200	0	800	0	800	0	2200	0	0	0
Protoperidinium sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Podolampas palmipes	0	0	0	0	0	100	0	0	100	100	0	0	0	0	0
Podolampas elegans	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrophacus horologium	40	320	880	320	240	600	0	0	0	0	0	1200	200	0	400
Pyrophacus sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrophacus sp. 2	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gonyaulax sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0

Especies/Punto de muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Miozoa															
Diplopsalis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	0
Dissodinium sp.	0	0	0	100	0	0	100	0	400	0	0	0	100	0	0
Actiniscus pentasterias	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Especies/Punto de muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Miozoa															
Diplopsalis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dissodinium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	100	1000	200	200	300
Actiniscus pentasterias	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 9: Matriz de abundancia (Dictyochophyta) de fitoplancton durante la estación primavera

Especies/Punto de muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Dictyochophyta															
Dictyocha octonaria	500	200	1700	500	1200	0	1800	1300	700	300	100	900	700	200	80
Dictyocha fibula	200	100	1100	300	500	300	400	1500	500	300	0	1700	100	300	3160

Especies/Punto de muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Dictyochophyta															
Dictyocha octonaria	560	400	720	1520	2560	2000	1400	4200	7600	2600	1400	1800	2800	500	800
Dictyocha fibula	2080	3760	2800	19840	7520	1400	1600	6600	5400	5000	6600	4500	1800	400	800

Anexo 10: Matriz de abundancia (Bacillariophyta) de fitoplancton durante la estación otoño

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Thalassiosira punctigera	80	0	0	0	0	0	160	80	0	0	0	0	80	0	0
Thalassiosira rotula	7040	3040	2320	6400	2000	800	2560	1520	560	5120	1520	400	3360	2320	0
Thalassiosira sp. 1	0	0	80	0	160	80	0	0	0	80	80	0	0	0	0
Thalassiosira sp. 2	320	400	0	0	640	80	80	160	1440	480	0	80	800	80	160
Coscinodiscus radiatus	320	160	320	240	480	320	400	160	800	960	240	160	1040	0	0
Coscinodiscus granii	400	0	80	560	240	80	160	320	960	240	240	160	400	0	880
Coscinodiscus centralis	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	160	0	0
Coscinodiscus marginatus	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0
Coscinodiscus wailesii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0
Actinoptychus senarius	80	0	0	240	0	160	0	0	80	0	0	80	160	80	0
Actinoptychus splendens	80	0	0	80	0	160	0	160	80	160	0	240	80	0	0
Actinocyclus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Asteromphalus sp.	240	160	160	0	800	640	480	720	800	480	240	400	640	400	0
Cocconeis costata	80	160	0	0	480	0	800	0	0	160	0	80	0	80	0
Cocconeis scutellum	0	0	0	0	80	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Cocconeis sp. 1	0	240	0	0	0	160	160	0	160	560	0	0	0	0	0
Navicula cancellata	80	0	0	0	80	0	240	0	160	80	0	0	0	0	0
Navicula longa	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0
Navicula sp. 1	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	80
Navicula sp. 2	0	0	0	0	160	0	0	0	80	0	0	0	0	0	80
Navicula sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleurosigma angulatum	160	80	400	320	240	320	240	80	0	560	0	80	640	0	160
Pleurosigma normanii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
Pleurosigma sp. 1	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	80	0	0	0
Pleurosigma sp. 2	0	80	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	80	0
Gyrosigma sp. 1	0	160	0	0	160	0	0	0	80	320	80	0	240	160	0

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Thalassiosira punctigera	0	0	160	160	0	0	80	0	0	160	0	240	80	0	0
Thalassiosira rotula	160	0	80	0	160	320	0	0	0	240	560	0	0	640	80
Thalassiosira sp. 1	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassiosira sp. 2	0	160	240	480	0	1600	560	1200	480	960	240	960	2240	160	80
Coscinodiscus radiatus	0	160	480	400	240	2080	960	1040	240	1200	160	4560	1440	320	480
Coscinodiscus granii	0	320	0	1120	0	720	480	1520	80	480	160	1040	0	80	0
Coscinodiscus centralis	0	80	0	480	80	160	80	240	80	240	0	560	320	0	0
Coscinodiscus marginatus	80	0	0	80	0	0	0	0	80	0	0	0	0	80	0
Coscinodiscus wailesii	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	80	0	0	0	0
Actinoptychus senarius	400	0	160	0	320	80	480	640	80	0	400	400	2720	640	1040
Actinoptychus splendens	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	80
Actinocyclus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteromphalus sp.	320	80	0	160	80	160	0	0	80	0	160	80	0	80	0
Cocconeis costata	0	80	160	0	240	80	0	0	0	0	0	160	0	160	80
Cocconeis scutellum	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	80	0
Cocconeis sp. 1	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Navicula cancellata	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0
Navicula longa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Navicula sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Navicula sp. 2	0	160	0	0	80	0	0	160	80	0	320	80	800	0	160
Navicula sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0
Pleurosigma angulatum	80	0	0	240	80	160	320	80	0	160	80	240	160	0	0
Pleurosigma normanii	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	320	0	160	0
Pleurosigma sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0
Pleurosigma sp. 2	0	0	0	0	0	80	0	160	0	0	80	80	0	0	80
Gyrosigma sp. 1	0	0	80	80	0	160	0	80	160	0	80	0	80	0	0

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Gyrosigma sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	80	0
Grammatophora marina	0	0	0	320	0	240	400	0	0	160	0	0	800	0	1200
Grammatophora oceanica	0	80	0	160	160	80	0	0	0	0	0	0	0	240	0
Grammatophora undulata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassionema nitzschioides	2880	2800	6160	6320	4400	1600	5360	5440	4640	5120	4320	1520	4880	320	320
Thalassionema frauenfeldii	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	560	0	0
Thalassionema sp. 1	1920	0	0	0	400	560	0	0	1360	880	320	0	1040	800	800
Thalassionema sp. 2	0	0	1520	0	1840	160	0	1040	240	320	0	640	640	0	0
Pseudo-nitzschia pungens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
Pseudo-nitzschia sp. 1	3280	800	6720	2240	1120	1200	5360	4400	2800	3040	9520	720	2880	480	960
Pseudo-nitzschia sp. 2	2320	0	960	0	0	0	1280	240	1440	1280	400	160	1200	80	0
Nitzschia sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0
Nitzschia sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0
Licmophora abbreviata	0	160	160	80	800	0	80	0	0	480	0	0	560	0	80
Licmophora sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	80
Licmophora sp. 2	80	0	80	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0
Amphora sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0
Amphora sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
Amphora sp. 3	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Rhizosolenia imbricata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia setigera	640	320	2560	400	800	400	2480	1840	800	1040	1520	320	1360	80	1440
Chaetoceros decipiens	1200	2560	3040	1280	880	3760	240	1280	480	3200	1040	2720	2880	320	0
Chaetoceros debilis	4080	5040	1280	3200	4880	4800	1920	1280	5760	1680	2640	1360	3360	1200	0
Chaetoceros diadema	720	480	0	0	0	0	0	0	720	1040	0	0	0	0	0
Chaetoceros lauderi	0	800	0	320	800	640	400	240	320	0	0	0	0	0	1120
Chaetoceros lorenzianus	880	3600	3040	8400	1840	4640	1840	4320	160	6240	2000	960	3360	480	240

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Gyrosigma sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0
Grammatophora marina	80	240	160	80	960	3360	1200	9680	6000	5520	4320	5840	9920	10000	10640
Grammatophora oceanica	0	0	0	0	0	160	0	1040	400	0	0	0	800	1600	400
Grammatophora undulata	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	160
Thalassionema nitzschioides	160	160	0	0	0	880	480	160	480	320	0	160	720	0	160
Thalassionema frauenfeldii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassionema sp. 1	0	0	0	0	0	320	160	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassionema sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	160	320	320	0	0	0	0	0
Pseudo-nitzschia pungens	80	0	0	0	0	160	0	320	80	80	0	320	80	400	240
Pseudo-nitzschia sp. 1	320	240	160	160	960	480	400	160	320	2080	480	480	160	320	0
Pseudo-nitzschia sp. 2	0	0	160	0	0	0	0	0	0	720	80	0	0	0	0
Nitzschia sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
Nitzschia sp. 2	0	0	0	0	80	80	160	0	0	0	0	0	240	240	80
Licmophora abbreviata	0	400	640	80	0	640	320	160	0	80	0	0	80	320	480
Licmophora sp. 1	0	800	80	240	0	720	640	1760	0	0	320	1120	160	0	1040
Licmophora sp. 2	0	160	0	320	0	0	160	80	0	0	0	800	80	0	240
Amphora sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphora sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphora sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
Rhizosolenia imbricata	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhizosolenia setigera	80	160	0	160	0	240	0	0	0	480	160	160	80	240	0
Chaetoceros decipiens	400	0	0	0	0	2800	640	3360	960	1440	0	1360	800	240	960
Chaetoceros debilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	80	0	0	160	80
Chaetoceros diadema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros lauderi	0	0	0	800	0	1280	400	1360	0	3440	0	1280	1200	640	160
Chaetoceros lorenzianus	2240	0	720	320	960	1360	320	1120	640	1600	640	2080	2880	800	480

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Chaetoceros pseudocurvisetus	480	400	1120	2320	480	3200	1600	2160	0	560	1200	480	3360	0	0
Chaetoceros socialis	0	0	0	0	0	0	0	960	0	800	0	0	0	0	0
Chaetoceros concavicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	480	0	0
Chaetoceros curvisetus	1040	1760	2800	3440	4160	800	5280	480	1680	1040	3120	1040	6960	720	0
Chaetoceros peruvianus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0
Chaetoceros sp. 1	0	0	2080	800	480	400	1120	1040	2400	0	0	0	560	0	0
Chaetoceros sp. 2	2320	1520	0	2160	320	1760	2720	560	5520	4880	2160	640	7360	1600	2160
Chaetoceros sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 4	0	0	0	80	0	80	80	0	0	0	0	0	0	0	400
Fragilaria sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragilaria sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	640	0	0	320	0	0	0
Fragilaria sp. 3	160	80	0	160	240	0	320	160	0	320	0	240	80	0	0
Guinardia striata	4640	3920	13200	1440	2800	4720	10800	10960	8320	7760	5840	6800	5440	6480	20000
Guinardia sp. 1	0	320	0	0	800	0	800	0	0	0	0	0	0	80	0
Skeletonema costatum	3920	9120	3680	9200	4480	6400	7600	0	2960	9200	6480	9280	17440	14640	3280
Skeletonema sp. 1	0	0	0	0	0	480	0	1200	0	2320	400	0	800	0	0
Detonula confervacea	0	0	0	0	0	0	480	0	0	960	0	0	0	0	0
Detonula pumila	0	160	0	0	0	0	320	160	0	0	0	160	0	0	0
Odontella granulata	480	400	0	480	240	80	0	320	80	160	0	80	560	80	0
Odontella mobiliensis	4320	4400	2800	5840	2800	2320	5280	6960	3840	8560	3760	3120	7280	1600	5280
Achnanthes longipes	80	0	0	0	160	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulnaria ulna	880	560	3760	0	720	480	320	80	800	1840	0	80	800	320	0
Bacillaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	320	0	240	0	0	160	0	0
Diploneis didyma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
Gomphonema sp. 1	480	0	80	0	1440	160	80	0	0	0	0	0	80	0	80
Gomphonema sp. 2	640	880	800	2000	640	800	560	1680	320	1600	560	1440	1760	1520	480

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Chaetoceros pseudocurvisetus	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	560	0	0	0	0
Chaetoceros socialis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros concavicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0
Chaetoceros curvisetus	960	0	0	0	0	0	400	1280	0	720	0	1600	0	0	0
Chaetoceros peruvianus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 2	0	400	240	1040	240	1760	160	3840	0	3040	560	4160	1680	1440	400
Chaetoceros sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetoceros sp. 4	320	0	160	0	560	320	240	480	960	1200	240	400	240	400	80
Fragilaria sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	0
Fragilaria sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragilaria sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guinardia striata	2080	9520	5600	14000	3040	4480	9600	2480	7600	18480	7360	6000	2720	8320	10560
Guinardia sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0
Skeletonema costatum	2720	1280	960	0	3360	320	0	0	0	880	800	560	1520	320	0
Skeletonema sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Detonula confervacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Detonula pumila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontella granulata	0	0	0	0	80	0	0	0	0	160	0	0	400	0	0
Odontella mobiliensis	720	80	2560	1760	400	6800	1680	1360	1680	1120	1040	7040	6400	2960	400
Achnanthes longipes	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ulnaria ulna	0	80	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320
Diploneis didyma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphonema sp. 1	0	720	400	0	0	0	80	0	80	0	0	0	0	0	0
Gomphonema sp. 2	400	0	400	80	160	480	240	80	960	560	720	320	1200	880	0

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Bacillariophyta															
Proboscia alata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	80	0	0	0	0
Planktoniella sol	240	160	400	240	80	80	0	0	400	400	160	80	400	0	80
Asterionellopsis glacialis	16240	29040	16800	17920	10720	20400	23280	18960	17760	15600	23280	24160	14800	23680	10720
Cylindrotheca closterium	160	0	0	80	80	0	160	400	0	80	80	0	0	0	480
Auliscus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptocylindrus danicus	4560	7440	3520	2960	2480	3440	11040	3760	8480	15040	10800	2400	6480	1440	1120
Melosira nummuloides	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0
Cerataulina pelagica	160	240	400	160	0	640	0	0	320	880	0	240	0	80	0
Lithodesmium undulatum	4160	2000	1200	5200	1440	3200	1520	3760	1840	4800	1200	1840	4640	1200	320
Entomoneis sp.	400	1040	480	1280	400	1200	1280	720	400	2800	1440	1200	960	1120	480
Corethron criophilum	1920	2560	3040	4320	2880	4160	2000	3280	1360	4000	880	1440	2640	1200	2000
Biddulphia rhombus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucampia zodiacus	0	160	80	0	160	0	0	0	160	80	0	160	0	0	0

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Bacillariophyta															
Proboscia alata	0	0	80	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0
Planktoniella sol	0	0	0	0	0	720	160	560	80	0	0	320	240	160	80
Asterionellopsis glacialis	9760	320	3040	9440	12480	9360	7600	480	26240	5760	16080	6320	15120	3840	2400
Cylindrotheca closterium	0	160	0	0	0	0	0	0	0	80	0	80	0	0	0
Auliscus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	160	0	0
Leptocylindrus danicus	560	480	0	0	240	640	0	0	0	0	0	0	560	0	0
Melosira nummuloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerataulina pelagica	0	0	0	0	0	480	0	0	0	160	0	0	0	0	0
Lithodesmium undulatum	240	320	80	320	0	320	0	0	160	80	160	1360	1600	960	240
Entomoneis sp.	400	80	240	240	640	560	400	240	1280	480	400	320	720	320	80
Corethron criophilum	640	320	560	320	1120	1280	560	1200	960	800	1360	2720	1360	1200	480
Biddulphia rhombus	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	160	0	160	0	0
Eucampia zodiacus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0

Anexo 11: Matriz de abundancia (Miozoa) de fitoplancton durante la estación otoño

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Miozoa															
Ceratium furca	400	240	1040	880	800	480	0	1120	0	960	240	160	320	80	160
Ceratium lineatum	80	0	320	160	480	160	0	320	0	160	160	80	240	0	80
Ceratium balechii	80	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	240	0	0
Ceratium muelleri	0	0	0	0	80	0	0	0	0	160	0	80	0	0	0
Ceratium azoricum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Ceratium arcticum	80	0	0	80	0	0	0	160	0	80	0	240	240	0	0
Ceratium sp. 1	160	80	80	640	240	320	80	0	720	1600	0	400	480	640	0
Dinophysis acuminata	160	0	560	480	0	0	0	720	800	0	80	0	320	0	80
Dinophysis rotundata	0	0	80	0	0	0	0	160	80	0	0	0	0	0	0
Dinophysis sp. 1	0	0	0	80	0	80	0	0	0	80	0	0	80	0	0
Prorocentrum micans	240	80	80	160	0	80	160	720	1200	400	3600	0	320	0	80
Prorocentrum gracile	0	0	0	80	0	0	0	0	560	240	0	0	0	80	80
Prorocentrum cordatum	0	80	400	0	80	0	400	80	960	160	240	160	0	0	0
Protoperidinium pentagonum	0	0	0	0	0	0	160	0	0	240	0	0	0	0	0
Protoperidinium conicum	80	160	0	160	0	0	0	0	0	80	0	0	0	80	80
Protoperidinium depressum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
Protoperidinium oceanicum	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium claudicans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	80	0	0
Protoperidinium steinii	80	320	240	160	0	0	0	640	0	160	0	80	80	0	0
Protoperidinium pellucidum	2880	1040	2560	2960	1680	1040	800	3520	800	1680	2240	240	800	240	560
Protoperidinium minutum	2880	1840	880	1120	1280	800	320	1440	400	2960	1520	160	320	480	640
Protoperidinium sp. 1	560	160	1840	800	80	0	240	1040	0	0	640	160	560	80	80
Protoperidinium sp. 2	240	0	0	80	80	0	0	160	0	0	0	0	80	0	0
Protoperidinium sp. 3	2400	0	160	0	80	0	80	0	80	0	80	0	0	0	0
Gonyaulax spinifera	160	0	80	0	0	80	0	0	0	400	0	0	0	0	0
Gonyaulax sp. 1	1360	1280	4320	800	1920	720	240	1040	160	880	240	640	1040	560	320

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Miozoa															
Ceratium furca	0	0	80	0	0	80	0	0	0	80	0	80	400	0	0
Ceratium lineatum	0	80	0	80	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0
Ceratium balechii	0	0	0	80	0	160	0	0	240	0	80	0	0	0	0
Ceratium muelleri	0	0	0	0	0	0	0	0	80	80	0	0	0	0	0
Ceratium azoricum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Ceratium arcticum	0	0	0	0	0	80	0	80	240	0	0	80	0	0	0
Ceratium sp. 1	160	80	320	0	0	240	160	80	400	560	400	0	560	160	0
Dinophysis acuminata	0	0	80	0	80	0	0	0	80	0	0	0	0	80	0
Dinophysis rotundata	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	80	0	0	80	0
Dinophysis sp. 1	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prorocentrum micans	0	0	0	240	0	160	0	160	0	80	0	0	80	0	0
Prorocentrum gracile	0	0	80	0	0	400	240	0	0	560	80	0	0	400	0
Prorocentrum cordatum	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium pentagonum	0	0	80	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0
Protoperidinium conicum	0	0	0	0	80	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium depressum	0	0	80	0	0	80	0	0	0	0	80	0	0	0	0
Protoperidinium oceanicum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0
Protoperidinium claudicans	0	0	0	0	80	160	0	0	80	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium steinii	80	0	0	0	0	160	0	0	80	240	720	0	80	80	0
Protoperidinium pellucidum	160	0	240	320	0	400	320	320	160	160	240	240	1280	960	80
Protoperidinium minutum	160	0	240	240	160	480	320	80	400	240	720	80	1280	640	80
Protoperidinium sp. 1	0	80	0	480	0	160	80	80	160	240	160	160	560	80	0
Protoperidinium sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoperidinium sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gonyaulax spinifera	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0
Gonyaulax sp. 1	80	160	0	160	0	80	320	0	400	160	0	800	640	0	0

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Miozoa															
Pyrophacus horologium	80	0	80	0	0	80	0	160	0	400	0	0	160	80	0
Pyrophacus sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Diplopsalis lenticula	0	0	0	160	0	0	160	0	0	80	0	0	80	0	80
Dissodinium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240
Oxyphysis oxytoxoides	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	80	0
Scrippsiella trochoidea	1760	800	1120	560	320	240	160	720	720	1120	0	160	240	560	320
Podolampas palmipes	0	0	0	0	160	0	0	0	0	80	0	320	240	160	0
Actiniscus pentasterias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Miozoa															
Pyrophacus horologium	0	0	160	80	0	240	160	0	0	240	0	320	80	0	0
Pyrophacus sp. 1	0	0	80	0	0	80	0	0	0	80	0	160	0	0	0
Diplopsalis lenticula	0	0	0	0	0	80	0	0	0	160	80	0	0	0	0
Dissodinium sp.	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	80	0	0
Oxyphysis oxytoxoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scrippsiella trochoidea	0	0	320	480	160	400	480	80	160	160	0	160	80	400	0
Podolampas palmipes	80	0	80	0	0	80	0	0	0	0	160	0	240	80	0
Actiniscus pentasterias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 12: Matriz de abundancia (Dictyochophyta) de fitoplancton durante la estación otoño

Especies/Punto de Muestreo	P1-0m	P1-5m	P2-0m	P2-15m	P3-0m	P3-10m	P4-0m	P4-20m	P5-0m	P5-15m	P6-0m	P6-20m	P7-0m	P7-20m	P8-0m
Dictyochophyta															
Dictyocha octonaria	3360	2800	2320	4480	2160	1360	3920	3840	2160	2480	2800	960	1840	1360	2720
Dictyocha fibula	2880	960	1920	2400	960	480	1120	2240	480	1120	720	800	640	560	880

Especies/Punto de Muestreo	P8-15m	P9-0m	P9-10m	P10-0m	P10-30m	P11-0m	P11-10m	P12-0m	P12-20m	P13-0m	P13-5m	P14-0m	P14-5m	P15-0m	P15-5m
Dictyochophyta															
Dictyocha octonaria	1200	1280	1680	2160	1600	4480	2160	3280	2400	4880	1920	3680	3360	1920	1360
Dictyocha fibula	800	800	720	1680	960	1200	640	1280	1200	2480	1280	720	1680	880	80

Anexo 13: Prueba de Normalidad

Grupo primavera:

- Planteo de hipótesis de normalidad

  H_0 : Los datos siguen una distribución normal

  H_1 : Los datos no siguen una distribución normal

- Criterio de decisión

  Si P−valor < 0,05 se rechaza la H_0

  Si P−valor ≥ 0,05 se acepta la H_0 y se rechaza la H_1

  Nivel de probabilidad de rechazo de la H_0: α = 5%

Cuadro 1

Prueba de normalidad para las variables ambientales y la comunidad fitoplanctónica

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° de especies	,155	30	,063	,874	30	,002
Abundancia	,242	30	<.001	,740	30	<.001
Diversidad	,143	30	,120	,926	30	,038
Temperatura	,183	30	,011	,931	30	,054
PH	,141	30	,130	,915	30	,020
Salinidad	,106	30	,200*	,977	30	,744
Oxigeno	,262	30	<.001	,795	30	<.001
Conductividad	,335	30	<.001	,404	30	<.001
TDS	,345	30	<.001	,728	30	<.001
Clorofila	,210	30	,002	,853	30	<.001

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Cuadro 2

Prueba de normalidad para los nutrientes y la comunidad fitoplanctónica

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° de especies	,157	12	,200*	,973	12	,943
Abundancia	,150	12	,200*	,969	12	,905
Diversidad	,175	12	,200*	,891	12	,121
Fosfato	,310	12	,002	,735	12	,002
Nitrato	,360	12	<.001	,740	12	,002

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Cuadro 3

Prueba de normalidad para la transparencia y la comunidad fitoplanctónica

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° de especies	,128	15	,200*	,972	15	,889
Abundancia	,145	15	,200*	,966	15	,791
Diversidad	,188	15	,163	,906	15	,116
Transparencia	,141	15	,200*	,935	15	,321

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para muestras menores a 50 observaciones se utiliza el estadístico Shapiro Wilk. Se observa que en los dos primeros grupos existen algunas variables que no son normales (P-valor < 0,05), por lo tanto, se asume que todas las variables no siguen una distribución normal. Se trabajó con el estadístico Spearman para la correlación de los datos.

Sin embargo, en el tercer grupo, la variable transparencia tiene un nivel de significancia de 0,321 (P-valor > 0,05), por lo tanto, se asume que en dichos grupos los datos siguen una distribución normal. Se trabajó con el estadístico Pearson para la correlación de los datos.

Grupo otoño:

- Planteo de hipótesis de normalidad

  H_0 : Los datos siguen una distribución normal

  H_1 : Los datos no siguen una distribución normal

- Criterio de decisión

  Si P−valor < 0,05 se rechaza la H_0

  Si P−valor ≥ 0,05 se acepta la H_0 y se rechaza la H_1

  Nivel de probabilidad de rechazo de la H_0: α = 5%

Cuadro 1

Prueba de normalidad para las variables ambientales y la comunidad fitoplanctónica

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° de especies	,075	30	,200*	,976	30	,720
Abundancia	,102	30	,200*	,962	30	,342
Diversidad	,113	30	,200*	,942	30	,104
Temperatura	,158	30	,055	,959	30	,287
PH	,133	30	,186	,970	30	,548
Salinidad	,279	30	<.001	,697	30	<.001
Oxigeno	,201	30	,003	,943	30	,111
Conductividad	,134	30	,179	,937	30	,074
TDS	,272	30	<.001	,794	30	<.001
Clorofila	,211	30	,002	,893	30	,006

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Cuadro 2

Prueba de normalidad para los nutrientes y la comunidad fitoplanctónica

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° de especies	,157	12	,200*	,973	12	,943
Abundancia	,150	12	,200*	,969	12	,905
Diversidad	,175	12	,200*	,891	12	,121
Fosfato	.	12	.	.	12	.
Nitrato	,240	12	,056	,783	12	,006

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Cuadro 3

Prueba de normalidad para la transparencia y la comunidad fitoplanctónica

Pruebas de normalidad

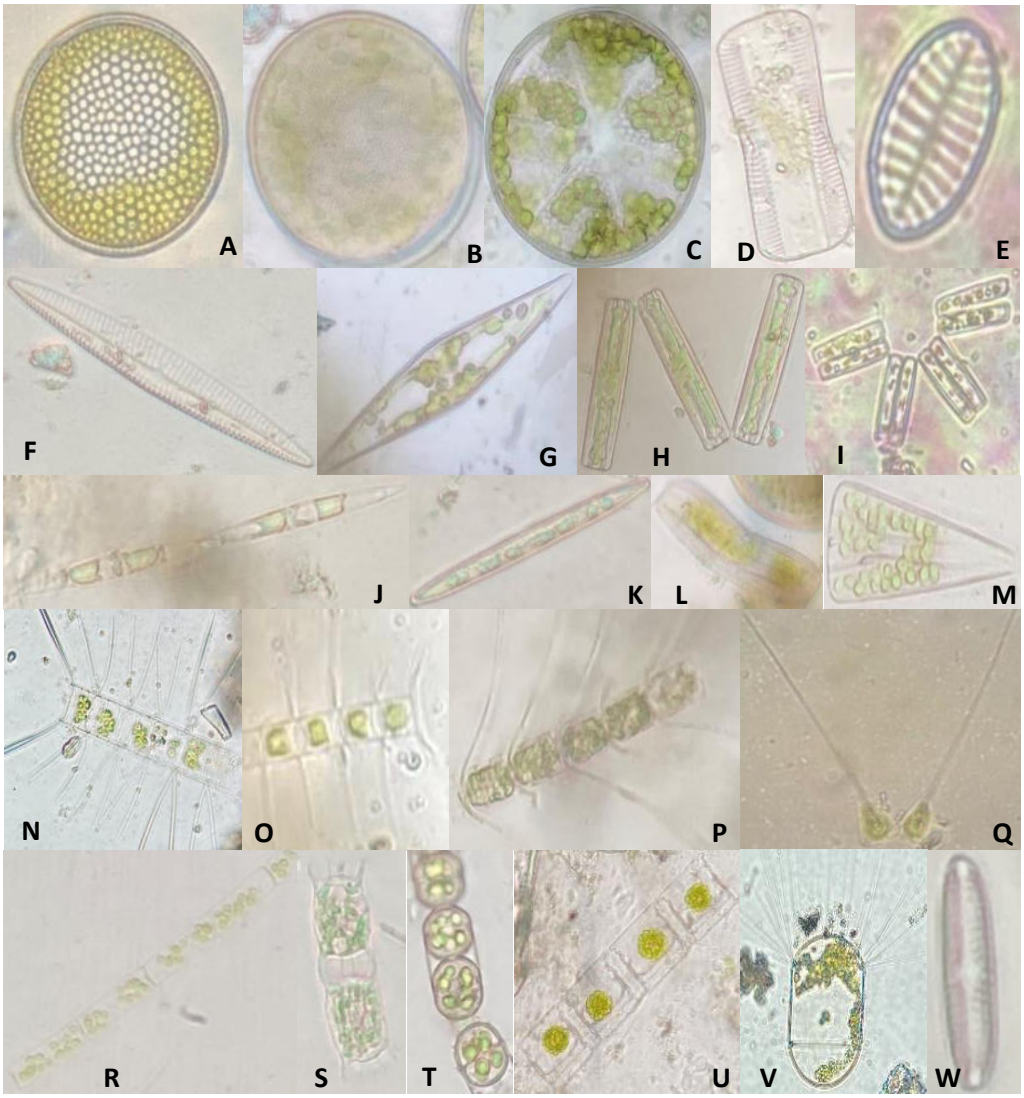
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° de especies	,128	15	,200*	,972	15	,889
Abundancia	,145	15	,200*	,966	15	,791
Diversidad	,188	15	,163	,906	15	,116
Transparencia	,239	15	,021	,869	15	,032

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

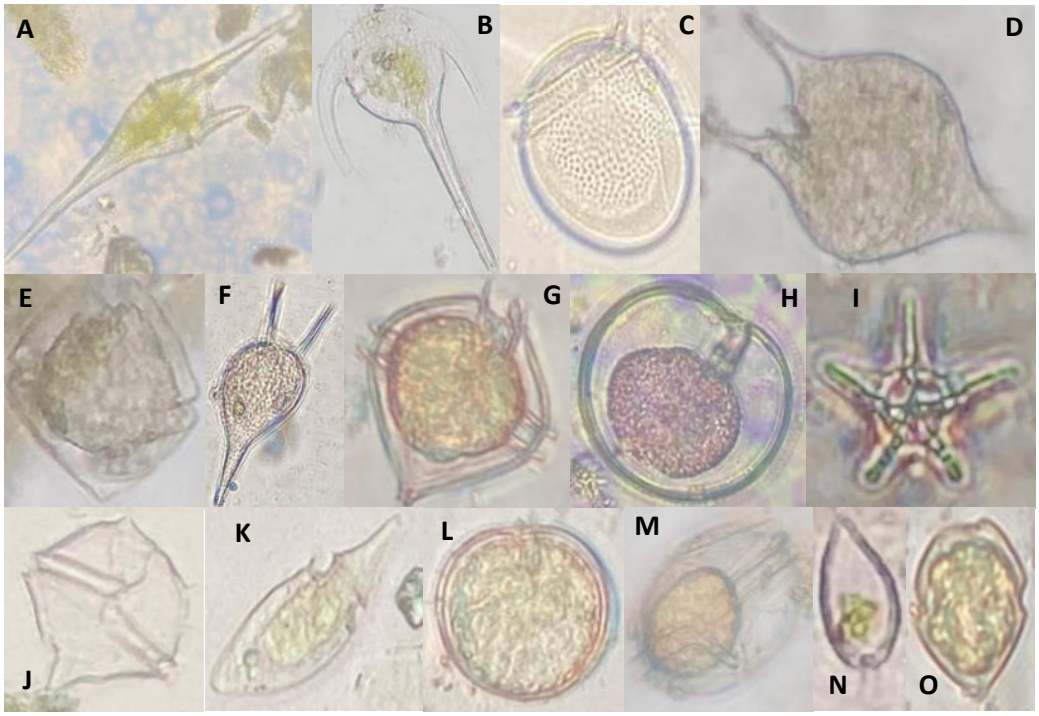
a. Corrección de significación de Lilliefors

Para muestras menores a 50 observaciones se utiliza el estadístico Shapiro Wilk. Se observa que los datos de seis variables no son normales (P-valor < 0,05) en los tres grupos, por lo tanto, se asume que todas las variables no siguen una distribución normal. Se trabajó con el estadístico Spearman para la correlación de los datos.

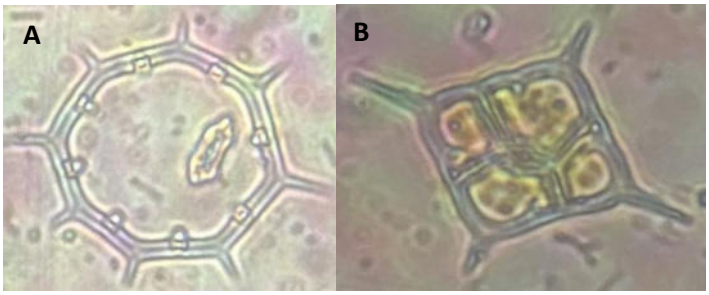
Anexo 14: Fotografías de las microalgas identificadas



Anexo 14.1. Bacillariophyta. A: *Coscinodiscus radiatus.* **B:** *Thalassiosira sp.* **C:** *Actinoptychus senarius.* **D:** *Navicula cancellata.* **E:** *Cocconeis costata.* **F:** *Navicula longa.* **G:** *Pleurosigma angulatum.* **H:** *Grammatophora oceánica.* **I:** *Thalassionema nitzschioides.* **J:** *Pseudo-nitzschia sp.* **K:** *Ulnaria ulna.* **L:** *Achnanthes longipes.* **M:** *Licmophora abbreviate.* **N:** *Chaetoceros decipiens.* **O:** *Chaetoceros pseudocurvisetus.* **P:** *Chaetoceros concavicornis.* **Q:** *Asterionellopsis glacialis.* **R:** *Leptocylindrus danicus.* **S:** *Odontella mobiliensis.* **T:** *Melosira nummuloides.* **U:** *Lithodesmium undulatum.* **V:** *Corethron criophilum.* **W:** *Amphora sp.*



Anexo 14.2. Miozoa. A: *Ceratium furca.* **B:** *Ceratium azoricum*. **C:** *Dinophysis rotundata.* **D:** *Protoperidinium claudicans.* **E:** *Protoperidinium conicum.* **F:** *Podolampas elegans.* **G:** *Protoperidinium pellucidum.* **H:** *Pyrophacus horologium.* **I:** *Actiniscus pentasterias.* **J:** *Gonyaulax spinifera* **K:** *Oxyphysis oxytoxoides.* **L:** *Diplopsalis lenticula.* **M:** *Pyrophacus sp.* **N:** *Prorocentrum micans.* **O:** *Scrippsiella trochoidea.*



Anexo 14.3. Dictyochophyta. A: *Dictyocha octonaria.* **B:** *Dictyocha fibula.*

Anexo 15: Constancia de colaboración en la identificación de microalgas marinas

CONSTANCIA

Yo, **Danny Efraín Baldarrago Centeno** identificado con **DNI 40389362**, por medio de la presente **DECLARO** que he participado como colaborador metodológico e identificación de microalgas marinas en el desarrollo del proyecto de tesis titulado: **"Estructura de la comunidad Fito planctónica y su relación con variables ambientales en la zona submareal de la reserva nacional de Punta Coles – Ilo",** el cual fue ejecutado por la Bach. Rosa Angelica Giron Cuadros, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental – EPIAM - UNAM. Dicha participación se efectúa con el objetivo de contribuir al fortalecimiento y desarrollo del proyecto.

En constancia de lo expuesto, firmo la presente declaración en Ilo, a los 20 días del mes de octubre de 2025.

DANNY EFRAÍN BALDARRAGO CENTENO
BIÓLOGO
C.B.P. N° 6105

.....

Blgo. Danny Efrain Baldarrago Centeno

Especialista en Biodiversidad Marina

Anexo 16: Informe de ensayo de nutrientes

Nutrientes - estación primavera:

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T1-A	T1-B
					71.365194N /17.701222E	71.361281N / 17.706303E
FECHA DE MUESTREO					08/10/2023	08/10/2023
HORA DE MUESTREO					10:30:00	10:50:00
CATEGORIA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
SUB CATEGORIA					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Nitrato	EWS_APHA4500NO3F	mg/L	0.09	0.22	<0.22	0.27 ± 0.020
Fosfato	EW_APHA4500PE	mg/L	0.015	0.037	0.178 ± 0.037	0.370 ± 0.078

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T2-A	T2-B
					71.369681N / 17.7069E	71.368792N / 17.710383E
FECHA DE MUESTREO					08/10/2023	08/10/2023
HORA DE MUESTREO					11:20:00	11:40:00
CATEGORIA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
SUB CATEGORIA					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Nitrato	EWS_APHA4500NO3F	mg/L	0.09	0.22	0.66 ± 0.050	0.87 ± 0.070
Fosfato	EW_APHA4500PE	mg/L	0.015	0.037	0.333 ± 0.070	0.320 ± 0.067

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T3-A	T3-B
					71.376947N / 17.706772E	71.376139N / 17.711189E
FECHA DE MUESTREO					08/10/2023	08/10/2023
HORA DE MUESTREO					12:10:00	12:40:00
CATEGORIA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
SUB CATEGORIA					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Nitrato	EWS_APHA4500NO3F	mg/L	0.09	0.22	0.70 ± 0.060	0.73 ± 0.060
Fosfato	EW_APHA4500PE	mg/L	0.015	0.037	0.328 ± 0.069	0.537 ± 0.11

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T4-A	T4-B
					71.381436N / 17.705203E	71.385636N / 17.709569E
FECHA DE MUESTREO					08/10/2023	08/10/2023
HORA DE MUESTREO					13:20:00	13:50:00
CATEGORIA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
SUB CATEGORIA					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Nitrato	EWS_APHA4500NO3F	mg/L	0.09	0.22	0.67 ± 0.050	0.70 ± 0.060
Fosfato	EW_APHA4500PE	mg/L	0.015	0.037	0.345 ± 0.072	0.351 ± 0.074

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T5-A	T5-B
					71.379597N / 17.700092E	71.385736N / 17.701564E
FECHA DE MUESTREO					08/10/2023	08/10/2023
HORA DE MUESTREO					14:20:00	14:50:00
CATEGORIA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
SUB CATEGORIA					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Nitrato	EWS_APHA4500NO3F	mg/L	0.09	0.22	0.69 ± 0.060	0.72 ± 0.060
Fosfato	EW_APHA4500PE	mg/L	0.015	0.037	0.338 ± 0.071	0.334 ± 0.070

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T6-A	T6-B
					71.373958N / 17.694953E	71.378814N / 17.695E
FECHA DE MUESTREO					08/10/2023	08/10/2023
HORA DE MUESTREO					15:10:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
SUB CATEGORIA					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	**Referencia**	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Resultado ± Incertidumbre**	**Resultado ± Incertidumbre**
Análisis Generales						
Nitrato	EWS_APHA4500NO3F	mg/L	0.09	0.22	0.74 ± 0.060	0.79 ± 0.060
Fosfato	EW_APHA4500PE	mg/L	0.015	0.037	0.329 ± 0.069	0.331 ± 0.070

Nutrientes - estación otoño

		Estación de Muestreo	T1-A	T1-B	T2-A	T2-B
		Fecha y Hora de Muestreo	2024-04-28 10:00	2024-04-28 10:20	2024-04-28 10:55	2024-04-28 11:15
		Tipo de Muestra	Agua Salina	Agua Salina	Agua Salina	Agua Salina
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Aniones por Cromatografía Iónica (Callao)						
Nitrato (NO3)	0,009	mg/L	6,81	14,44	8,53	9,63
PO4	0,06	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

		Estación de Muestreo	T3-A	T3-B	T4-A	T4-B
		Fecha y Hora de Muestreo	2024-04-28 11:50	2024-04-28 12:10	2024-04-28 12:45	2024-04-28 13:00
		Tipo de Muestra	Agua Salina	Agua Salina	Agua Salina	Agua Salina
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Aniones por Cromatografía Iónica (Callao)						
Nitrato (NO3)	0,009	mg/L	11,41	14,61	30,4	12,27
PO4	0,06	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

		Estación de Muestreo	T5-A	T5-B	T6-A	T6-B
		Fecha y Hora de Muestreo	2024-04-28 13:40	2024-04-28 13:55	2024-04-28 14:35	2024-04-28 14:50
		Tipo de Muestra	Agua Salina	Agua Salina	Agua Salina	Agua Salina
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Aniones por Cromatografía Iónica (Callao)						
Nitrato (NO3)	0,009	mg/L	10,8	3,92	6,81	8,52
PO4	0,06	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Anexo 17: Estándares de calidad ambiental para agua

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO_3^-) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH_3)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

Anexo 18: Resolución de Comisión Organizadora N° 217-2023-UNAM

UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N.º 217–2023-UNAM

Moquegua, 14 de marzo de 2023.

VISTOS, El Oficio N.º 043-2023-VPI/UNAM del 03.03.2023, el Informe Legal N.º 0145-2023-OAJ-CO/UNAM del 01.02.2023, el Informe N.º 00123-2023-DITT/VPI/UNAM del 20.02.2023, el Informe N.º 0075-2023-UPII-DITT-VPI/UNAM del 14.02.2023, el Informe Legal N.º 072-2023-OAJ-CO/UNAM del 03.02.2023, el Informe N.º 00673-2023-DITT/VPI/UNAM del 26.01.2023, el Informe N.º 0044-2023-UPII-DITT-VPI/UNAM del 25.01.2023, el Informe N.º 001-2023-HHSG/VPI/UNAM del 16.01.2023, y el Acuerdo de Sesión Extraordinaria Virtual de Comisión Organizadora del 13 de marzo de 2023, y:

CONSIDERANDO:
Que, el párrafo cuarto del artículo 18° de la Constitución Política del Estado, concordante con el artículo 8° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, reconoce la autonomía universitaria, en el marco normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, que guarda concordancia con el Artículo 7° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua.

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1279-2019-UNAM de fecha 30 de diciembre de 2019, se aprueba el expediente del Proyecto de Investigación Especial: "ESTRUCTURA OCEANOGRÁFICA, ECOLÓGICA Y MOLECULAR DE LA BIODIVERSIDAD SUBMAREAL DE LA RESERVA DE PUNTA DE COLES, PARA SU MANEJO SOSTENIBLE", presentado por la Dra. Sheda Méndez Ancca, con un presupuesto total de S/. 1'988,560.00 Soles; con Resolución de Comisión Organizadora N° 1279-2019-UNAM, se aprueba la inclusión al equipo de Investigación al Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales, como Investigador Principal. Finalmente, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0102-2020-UNAM, de fecha 19 de febrero de 2020, se modifica en parte la Resolución de Comisión Organizadora N° 1279-2019-UNAM, para reconformar el equipo de Proyecto de Investigación Especial. Seguidamente, se suscribe el CONTRATO PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE DOCENTE FINANCIADO CON FONDOS DEL CANON MINERO, SOBRECANON Y REGALÍAS MINERAS, UNAM-2021, determinándose en la CLAUSULA CUARTA, la duración del periodo de ejecución del Proyecto de Investigación, de (23) meses, la misma que se computa a partir del primer desembolso.

Que, mediante Informe N° 062-2022-HHSG/VPI/UNAM, de fecha 14.07.2022, el Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales, Director del Proyecto de Investigación, solicita ampliación de plazo para ejecución del proyecto de investigación especial, por el periodo de 24 meses, sustentando como causal, la situación de emergencia provocado por la PANDEMIA del COVID -19, hecho que impidió la participación activa del equipo de investigación; por otro lado, se hace referencia que los requerimientos de bienes y servicios no fueron atendidos por el área competente; reflejándose un avance técnico de 18% y avance financiero de 39.04 %.

Que, con Informe N° 001-2023-HHSG/VPI/UNAM, de fecha 17.01.2023, el Dr. Hebert Soto Gonzales, presenta el sustento de ampliación de plazo de acuerdo a lo requerido por la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, incidiendo que, el sustento de ampliación de plazo, se justifica que aún no se cuenta con la autorización de ingreso a la Reserva Nacional de Punta de Coles, situación que no permite realizar la toma de muestras en las cuatro estaciones del año, las mismas que están establecidas en el Plan del Proyecto de Investigación; por otro lado, el equipo de investigación informa, que durante el periodo de ampliación de plazo tienen previsto realizar las publicaciones de los artículos científicos, capacitaciones y tesis, con la finalidad de cumplir con todos los resultados esperados para la culminación de ejecución del Proyecto de Investigación; bajos estas circunstancias, presenta el nuevo cronograma de ejecución del proyecto.

Que, con Informe N° 00123-2023-DITT/VPI/UNAM e Informe N° 075-2023-UPII-DITT-VPI/UNAM, la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica y la Unidad de Proyectos de Investigación e Innovación, en mérito a la solicitud presentada por el Director del Proyecto y el sustento técnico que motiva la ampliación de plazo, refieren que al no establecerse en los Reglamentos el periodo máximo de ampliación de plazo para los Proyectos de Investigación de carácter especial; asimismo, al encontrarse en un avance técnico de 18% y un avance presupuestal de 63.03 %, recomienda acceder a la solicitud de ampliación de plazo, en forma excepcional, por 24 meses adicionales, considerando que dicha petición implica la ejecución de actividades pendientes, conducentes a garantizar el cumplimiento de los resultados esperados, así como la formulación y presentación del informe final técnico y presupuesto del Proyecto.

Que, con Informe Legal N.º 0145-2023-OAJ-CO/UNAM, el Jefe de la Oficina de Asesoría Jurídica, señala que, el artículo 8° del Reglamento para la Formulación y Ejecución de Proyectos de Investigación, aprobado mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 0527-2021-UNAM, señala: En caso de proyectos especiales, el tiempo máximo de ejecución es de 03 años. En el presente caso, el presente Proyecto de Investigación Especial, según contrato suscrito, el plazo de ejecución de proyecto de investigación el plazo de (23) meses; en consecuencia, conforme al tiempo máximo de ejecución, el equipo de investigación estaría habilitado para ampliarse el plazo de ejecución de 13 meses; sin embargo, a mérito de la solicitud de ampliación de plazo de ejecución por 24 meses, resultaría procedente atender la solicitud de ampliación de plazo, teniendo en consideración las causales que justifican la ampliación de plazo, en amparo de lo dispuesto en el tercer párrafo de la Cláusula Cuarta del Contrato para la Ejecución del Proyecto de Investigación Especial financiado con fondos del del Canon Minero, Sobrecanon y Regalías Mineras, en cuyo documento, ha quedado establecido que "Excepcionalmente el plazo de ejecución del Proyecto podrá ser ampliado por única vez, sólo en caso de fuerza mayor debidamente acreditada, el cual será motivado por el Investigador Principal del Proyecto de Investigación, cuya petición, será evaluada por la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, instancia que emitirá un informe técnico, fundamentando dicha solicitud; razón por la que, mediante Informe N° 00123-2023-DITT/VPI/UNAM, la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, es de la opinión favorable, a efecto que se apruebe en forma excepcional el plazo de ejecución por (024) meses adicionales; por lo que, al haber evaluado favorablemente la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, respecto a la solicitud de ampliación de plazo de ejecución del Proyecto de Investigación Especial, por el periodo de 24 meses, en vía de excepcionalidad, para garantizar el cumplimiento de los resultados esperados; correspondiendo a la Vicepresidencia de Investigación, ratificar la opinión técnica de viabilidad,

1 de 2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
COMISIÓN ORGANIZADORA

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N.º 217-2023-UNAM

en amparo de lo dispuesto, en la tercera disposición complementaria, transitoria y final, cuando señala que, los hechos no previstos en el presente Reglamento serán resueltos por la Vicepresidencia de Investigación; por tanto, de acuerdo a las consideraciones expuestas, corresponde a la Vicepresidencia de Investigación, evaluar la solicitud de ampliación de plazo del Proyecto de Investigación Especial, titulado: "ESTRUCTURA OCEANOGRÁFICA, ECOLÓGICA Y MOLECULAR DE LA BIODIVERSIDAD SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA DE COLES, PARA SU MANEJO SOSTENIBLE", aprobado con Resolución de C.O. Nº 1279-2019-UNAM; de conformidad con lo dispuesto en la tercera disposición complementaria, transitoria y final del Reglamento para la Formulación y Ejecución de Proyecto de Investigación de la UNAM, teniendo en consideración el sustento técnico que justifica la ampliación de plazo del citado Proyecto de Investigación, asimismo, el informe favorable emitido por la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica.

Que, con Oficio N.º 043-2023-VPI/UNAM, el Vicepresidente de Investigación, en mérito al sustento técnico del Director de proyecto; y, contando con la opinión favorable de la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica y el Informe Legal Nº 0145-2023-DAJCO/UNAM; solicito a su despacho, la aprobación de ampliación de plazo de ejecución, de manera excepcional por el periodo de 24 meses, fecha en la cual deberá presentar el informe técnico-presupuestal del Proyecto de Investigación; a favor del Proyecto de Investigación Especial, titulado: "ESTRUCTURA OCEANOGRÁFICA, ECOLÓGICA Y MOLECULAR DE LA BIODIVERSIDAD SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA DE COLES, PARA SU MANEJO SOSTENIBLE".

Que, en Sesión Extraordinaria Virtual de Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, de fecha 13 de marzo de 2023, por UNANIMIDAD se Acordó: Aprobar, de manera excepcional, la ampliación de plazo de ejecución hasta el 31 de diciembre del 2023, a favor del Proyecto de Investigación Especial titulado: "ESTRUCTURA OCEANOGRÁFICA, ECOLÓGICA Y MOLECULAR DE LA BIODIVERSIDAD SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA DE COLES, PARA SU MANEJO SOSTENIBLE", aprobado mediante Resolución Comisión Organizadora Nº 1279-2019-UNAM y Resolución de Comisión Organizadora Nº 0102-2020-UNAM; peticionado por el director del proyecto: Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales; fecha en la cual deberá presentar el informe técnico-presupuestal.

Que, estando a las consideraciones precedentes y en uso de las atribuciones que concede la Ley Universitaria Nº 30220, Resolución Viceministerial Nº 055-2022- MINEDU y el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua aprobado con Resolución de Comisión Organizadora Nº 578-2021-UNAM de fecha 22 de junio del 2021.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR, de manera excepcional, la ampliación de plazo de ejecución hasta el 31 de diciembre del 2023, a favor del Proyecto de Investigación Especial titulado: "ESTRUCTURA OCEANOGRÁFICA, ECOLÓGICA Y MOLECULAR DE LA BIODIVERSIDAD SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA DE COLES, PARA SU MANEJO SOSTENIBLE", aprobado mediante Resolución Comisión Organizadora Nº 1279-2019-UNAM y Resolución de Comisión Organizadora Nº 0102-2020-UNAM; peticionado por el director del proyecto: Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales; fecha en la cual deberá presentar el informe técnico-presupuestal.

ARTÍCULO SEGUNDO. - ENCARGAR, a la Vicepresidencia de Investigación, adoptar las acciones necesarias para el cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Publíquese y Archívese.

DR. WASHINGTON ZEBALLOS GÁMEZ
PRESIDENTE

ABOG. GUILLERMO S. KUONG CORNEJO
SECRETARIO GENERAL

Presidencia
VPINC
DIR
OFIT
DIT
Interesado
Archivo

Nota: Resolución del proyecto que financió el desarrollo de la presente tesis.

Anexo 19: Constancia de realización de tesis en el Laboratorio de Biotecnología y Biología Molecular del Grupo de Investigación BIOMIB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Laboratorio de Biotecnología y Biología Molecular

Grupo de Investigación BIOMIB

Proyecto Especial Punta Coles, R.C.O. – N° 217-2023-UNAM

CONSTANCIA

El que se suscribe, responsable del **Laboratorio de Biotecnología y Biología Molecular** y Coordinador del Grupo de Investigación BIOMIB de la Universidad Nacional de Moquegua – Ilo.

Hace constar.

Que el (la) bachiller Srta. **Rosa Angelica Girón Cuadros**, egresado (a) de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua, ha realizado su trabajo de tesis titulado: **"Estructura de la Comunidad Fitoplanctónica y su Relación con Variables Ambientales en la Zona Submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles – Ilo"**, investigación que fue financiado con fondos del Canon Minero, Sobre Canon y Regalías Mineras – UNAM – Moquegua, mediante el Proyecto de Investigación Especial: **"Estructura Oceanográfica, Ecológica y Molecular de la Biodiversidad Submareal de la Reserva Nacional de Punta Coles, para su Manejo Sostenible"**, aprobado mediante R.C.O. – N° 217-2023-UNAM.

Declaro: Que dicha investigación fue realizada en la Universidad Nacional de Moquegua filial – Ilo, entre el año 2023 y 2024, siendo dichas actividades de redacción, salidas de campo, trabajo en laboratorio y procesamiento de datos.

Se le expide la presente Constancia a solicitud del interesado (a) para fines que se estime por conveniente.

Atentamente,

Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales
(Asesor)
e-mail: hsotog@unam.edu.pe

Nota: Se hace constar que la presente tesis se realizó en la Universidad Nacional de Moquegua filial – Ilo.

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : ROSA ANGELICA GIRÓN CUADROS
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 78461444
Correo electrónico : gironangelica256@gmail.com
Teléfono/Celular : 993839194

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES EN LA ZONA SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA COLES – ILO
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 1.06.12
c) Fecha de publicación : 17 de octubre 2025

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Dr. HEBERT HERNÁN SOTO GONZALES
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 01317360
c) ORCID : 0000-0002-9936-1943

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 78461444
NOMBRES Y APELLIDOS : ROSA ANGELICA GIRON CUADROS

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 78461444

NOMBRES Y APELLIDOS : ROSA ANGELICA GIRON CUADROS

FECHA : 30/10/2025



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, ROSA ANGELICA GIRON CUADROS,
bachiller de la Escuela Profesional de: INGENIERÍA AMBIENTAL
,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº 78461444, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado:
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES EN LA ZONA SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA COLES – ILO

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 30/10/2025



Huella digital

Nombres y Apellidos: ROSA ANGELICA GIRON CUADROS
DNI: 78461444

Rosa Angelica GIRON CUADROS

TESIS - ROSA ANGELICA GIRON CUADROS.pdf

INFORME DE TESIS

ROSA ANGELICA GIRON CUADROS

Universidad Nacional de Moquegua

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3322451311

Fecha de entrega
28 oct 2025, 2:56 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
28 oct 2025, 3:18 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_ROSA_ANGELICA_GIRON_CUADROS.pdf

Tamaño del archivo
88.9 MB

148 páginas

36.974 palabras

185.808 caracteres

Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales
BIOLOGO
C.B.P. 13968

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

14% Fuentes de Internet
5% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
234 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Texto oculto
56 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales
BIOLOGO
C.B.P. 13968

Universidad Nacional de Moquegua

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 834-2025-CU

Moquegua, 26 de noviembre de 2025

VISTOS:

El Proveído N° 4881-2025-R de fecha 24 de noviembre de 2025 emitido por el Rectorado, Informe N° D0489-2025-UNAM-R-SG de fecha 24 de noviembre de 2025 emitido por el Secretario General, Informe Técnico N° D0165-2025-SEGE-GT emitido por la Especialista Administrativo I–Grados y Títulos, el Acuerdo del Pleno del Consejo Universitario de Sesión Extraordinaria N° 45-2025-SE-CU-UNAM, de fecha 26 de noviembre de 2025, y;

CONSIDERANDO:

Que, conforme al 4to párrafo del artículo 18, de la Constitución Política del Perú, dispone que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Y el artículo 8° de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y demás normativa aplicable. Concordante con el artículo 1, de la Ley N° 31520, Ley que restablece la autonomía y la institucionalidad de las universidades peruanas, así como la Ley N° 32141, Ley que modifica la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a fin de fortalecer la institucionalidad de las Universidades Públicas licenciadas;

Que, el Artículo 58, de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que el Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la Universidad. Concordante con el artículo 18° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado bajo Resolución de Asamblea Universitaria N° 015-2025-AU-UNAM;

Que, el artículo 59 de la Ley Universitaria-Ley N° 30220, establece las atribuciones del Consejo Universitario, y específicamente el numeral 59.9, establece; Conferir los grados académicos y los títulos profesionales aprobados por las Facultades y Escuela de Posgrado, así como otorgar distinciones honoríficas y reconocer y revalidar los estudios, grados y títulos de universidades extranjeras, cuando la universidad está autorizada por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria. Concordante con el numeral 14, del artículo 20° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, el Sr. Rector es el personero y representante legal de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme a lo dispuesto por la Ley N° 30220-Ley Universitaria, tiene a su cargo la Dirección, Conducción y Gestión del Gobierno Universitario en todos sus ámbitos, concordante con el artículo 24° y numeral 2 del artículo 26° del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua;

Que, mediante Informe Técnico N° D0165-2025-SEGE-GT de fecha 24 de noviembre de 2025, e Informe N° D0489-2025-UNAM-R-SG de fecha 24 de noviembre de 2025, el Secretario General de la UNAM, remite al Rectorado el expediente para el trámite de Título Profesional de Ingeniero Ambiental de la Bachiller: GIRÓN CUADROS ROSA ANGELICA de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quien se encuentra apta para la expedición del Título Profesional de Ingeniero Ambiental, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios, exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de Actividades y Servicios Académicos y la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, razón por la cual, el señor Secretario General incluye dicho expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión Extraordinaria de Consejo Universitario de fecha 26 de noviembre de 2025;

Que, el artículo 44° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...). Asimismo, la Ley N° 31803, modifica el artículo en mención adicionando; La Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) determina los criterios, así como establece y supervisa el procedimiento administrativo para el reconocimiento de grados y títulos otorgados en el extranjero, en el marco de la normativa vigente;

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, precisa los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022, N° 880-2023-UNAM y N° 081, 484-2024-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, bajo el amparo de los considerandos precedentes, el Pleno del Consejo Universitario en Sesión Extraordinaria N° 45-2025-SE-CU-UNAM, de fecha 26 de noviembre de 2025, emitió, el siguiente, Acuerdo, POR UNANIMIDAD: CONFERIR, a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero Ambiental por la modalidad de sustentación de tesis a la Bachiller: GIRÓN CUADROS ROSA ANGELICA, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Nacional de Moquegua;

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Universidad Nacional de Moquegua

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO
N° 834-2025-CU

Moquegua, 26 de noviembre de 2025

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el Art. 18, de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220 Ley Universitaria, el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, y a lo acordado por el pleno del Consejo Universitario:

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: CONFERIR, A NOMBRE DE LA NACIÓN a la Bachiller

- **GIRÓN CUADROS ROSA ANGELICA**

TESIS : "ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES EN LA ZONA SUBMAREAL DE LA RESERVA NACIONAL DE PUNTA COLES – ILO", cuyo Asesor Principal fue el Dr. Hebert Hernan Soto Gonzales.

El **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL.**

Por la modalidad de SUSTENTACIÓN DE TESIS, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 2°: ENCARGAR, al Secretario General a través de quien corresponda, para que realice las acciones pertinentes relacionadas con la inscripción correspondiente en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO 3°: DISPONER, el cumplimiento de la presente Resolución a todas las dependencias de la Universidad Nacional de Moquegua.

ARTÍCULO 4°: DISPONER la publicación de la presente resolución en el Portal Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua www.unam.edu.pe

REGÍSTRESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE;

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA – SECRETARIA GENERAL

ABOG. EDGAR PINTO HUANCAVILCA
SECRETARIO GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA – CONSEJO UNIVERSITARIO

DR. HUGO RUBEN MARCA MAQUERA
RECTOR
PRESIDENTE DEL CONSEJO UNIVERSITARIO

DISTRIBUCION:
VRA
VRI
FAIN
EPIAM
GyT
DASA
OTI
Interesado
c.c. Arch.

Domicilio Legal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe