

Fuente: Fotos del Monitoreo Hidrobiológico, 2022



Monitoreo Hidrobiológico de las Áreas del Desplazamiento del Hidrocarburo Derramado en el Terminal Multiboya N 2, de la Refinería La Pampilla

Informe

Marzo 2023

Proyecto No.: 0633786

Detalles Documento	del	The details entered below are automatically shown on the cover and the main page footer. PLEASE NOTE: This table must NOT be removed from this document.
Título		Monitoreo Hidrobiológico de las Áreas del Desplazamiento del Hidrocarburo Derramado en el Terminal Multiboya N° 2, de la Refinería La Pampilla
Subtítulo		Informe
Proyecto No.		0633786
Fecha		Marzo 2023
Versión		2.0
Autor		ERM Perú S.A.
Cliente		Refinería La Pampilla S.A.A. (RELAPASAA)

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	1
3.	OBJETIVOS	1
4.	ALCANCE	2
5.	ÁREA DE MONITOREO	2
5.1	Características fisiográficas.....	4
5.1.1	Geología y Geomorfología	5
5.1.2	Temperatura del Aire.....	7
5.1.3	Clima y precipitación	9
5.2	Características oceánicas	12
5.2.1	Batimetría	12
5.2.2	Sedimentos superficiales de fondo marino	13
5.2.3	Corrientes	15
5.2.4	Vientos.....	19
5.2.5	Mareas.....	24
5.2.6	Oleaje	26
5.2.7	Temperatura superficial del mar.....	31
5.2.8	Salinidad superficial del mar	35
5.2.9	Masas de agua	38
5.2.10	Evento La Niña	40
5.3	Actividades antropogénicas.....	41
5.4	Áreas Naturales Protegidas.....	42
5.4.1	Zona Reservada de Ancón.....	42
5.4.2	Reserva Nacional Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores	
	43	
6.	METODOLOGÍA Y MÉTODOS	46
6.1	Metodologías en campo	46
6.2	Métodos de análisis en laboratorio.....	46
6.3	Software estadístico	48
6.4	Criterios de comparación para resultados en Tejido.....	48
6.5	Descripción de actividades.....	51
6.5.1	Intermareal	51
6.5.1.1	Logística.....	51
6.5.2	Submareal	54
6.5.2.1	Logística.....	54
6.6	Limitaciones.....	57
7.	RESULTADOS	59
7.1	Medio abiótico.....	59
7.1.1	Resultados de los parámetros fisicoquímicos en agua.....	59
7.1.1.1	Área de Monitoreo.....	59
7.1.1.2	Zona Reservada de Ancón.....	72
7.1.1.3	RNSIIPG – Grupo Pescadores.....	85
7.1.1.4	Zona Blanco	100
7.1.1.5	Comparación de resultados de agua con información secundaria	112
7.1.1.6	Conclusiones de los resultados de parámetros fisicoquímicos en agua	115
7.1.2	Resultados de los parámetros fisicoquímicos en sedimento	115

7.1.2.1	Área de Monitoreo.....	115
7.1.2.2	Zona Reservada de Ancón.....	123
7.1.2.3	RNSIIPG – Grupo Pescadores.....	130
7.1.2.4	Zonas Blanco	137
7.1.2.5	Comparación de resultados de sedimentos con información secundaria.....	144
7.1.2.6	Conclusiones de los resultados de los parámetros fisicoquímicos en sedimentos.....	146
7.1.3	Resultados de los parámetros fisicoquímicos en tejido biológico	146
7.1.3.1	Área de Monitoreo.....	146
7.1.3.2	Zona Reservada de Ancón.....	148
7.1.3.3	RNSIIPG – Grupo Pescadores.....	150
7.1.3.4	Zonas Blanco	152
7.1.3.5	Comparación de resultados de tejido biológico con información secundaria	154
7.1.3.6	Conclusiones de los resultados de los parámetros fisicoquímicos en tejido biológico	156
7.2	Medio biótico.....	156
7.2.1	Resultados del plancton	156
7.2.1.1	Fitoplancton cuantitativo.....	156
7.2.1.2	Fitoplancton cualitativo.....	174
7.2.1.3	Zooplancton.....	182
7.2.1.4	Correlación de la presencia de zooplancton con variables fisicoquímicas y ambientales	199
7.2.1.5	Ictioplancton	200
7.2.1.6	Comparación de resultados de plancton con información secundaria	211
7.2.1.7	Conclusiones de los resultados del plancton	213
7.2.2	Resultados de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas	214
7.2.2.1	Área de monitoreo (sin considerar áreas reservadas, protegidas y blancos).....	215
7.2.2.2	Zona Reservada de Ancón (ZRA)	227
7.2.2.3	Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores	235
7.2.2.4	Zonas blanco.....	251
7.2.2.5	Macroalgas.....	260
7.2.2.6	Comparación de resultados de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas con información secundaria	280
7.2.2.7	Conclusiones de los resultados de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas.....	287
7.2.3	Resultados del necton.....	289
7.2.3.1	Riqueza y Biodiversidad.....	289
7.2.3.2	Área de monitoreo (sin considerar áreas reservadas, protegidas y blancos).....	295
7.2.3.3	Zona Reservada de Ancón (ZRA)	300
7.2.3.4	Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores	303
7.2.3.5	Zonas blanco.....	308
7.2.3.6	Especies en estado de amenaza	314
7.2.3.7	Análisis pesquero	315
7.2.3.8	Videos obtenidos por ROV.....	328
7.2.3.9	Comparación de resultados del necton con información secundaria	331
7.2.3.10	Conclusiones de los resultados del necton.....	336
8.	CONCLUSIONES GENERALES	338
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	341

ANEXO 1	Coordinación con Autoridades	348
ANEXO 2	Plan de Trabajo Monitoreo Hidrobiológico	348
ANEXO 3	Acreditaciones y Procedimientos Lab	348
ANEXO 4	Cadenas de Custodia	348
ANEXO 5	Fotolog Campo	348
ANEXO 6	Videos y Formato ROV	348
ANEXO 7	Reportes de Ensayo	348
ANEXO 8	Biológico	348
ANEXO 9	Fisicoquímico.....	348
ANEXO 10	Fotolog Laboratorio	348
ANEXO 11	Reporte CTD.....	348
ANEXO 12	Cartografía.....	348
ANEXO 13	Soporte – Estaciones Canceladas.....	348
ANEXO 14	Soporte – Cierre de Puertos.....	348

Lista de Figuras

Figura 1	Ubicación de las estaciones del Monitoreo Hidrobiológico, según tipo de muestra.	3
Figura 2	Mapa de unidades geomorfológicas del margen continental peruano y llanura oceánica. Plataforma continental, Talud Continental, Fosa Peruano-Chilena y Dorsal de Nazca.	7
Figura 3	Temperaturas máximas (izquierda) y mínimas (derecha) promediadas anualmente en el área de monitoreo.	8
Figura 4	Temperaturas horaria (octubre-diciembre 2022 y enero 2023) registradas en la estación meteorológica San Martín de Porres.	9
Figura 5	Temperaturas horaria (octubre-diciembre 2022 y enero 2023) registradas en la estación meteorológica Antonio Raymondi.	9
Figura 6	Mapa Climatológico del Departamento de Lima.	10
Figura 7	Precipitación anual (mm) para la Costa de Lima periodo climatológico 1981-2010.	11
Figura 8	Batimetría del área de monitoreo.	13
Figura 9	Sedimentos superficiales en el área de monitoreo.....	14
Figura 10	Clasificación zonal de sedimentos superficiales del lecho marino en parte del área de monitoreo.	15
Figura 11	Corrientes a nivel global.	16
Figura 12	Masas de agua superficiales y subsuperficiales.....	17
Figura 13	. Corriente media obtenida de la interpolación de perfiles SADCP a 25 m, entre 100m y 200 m y 500 m de profundidad	18
Figura 14	Variación espacial climatológica de las corrientes en las costas del Perú en los meses de (a) febrero; (b) mayo; (c) agosto; (d) noviembre.	19
Figura 15	Climatología Anual del Viento.....	20
Figura 16	Rosa de vientos para el área de monitoreo para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022.....	22
Figura 17	Ubicación de la estación San Martín de Porres. Señalado con el círculo rojo.	22
Figura 18	Rosa de vientos para la estación San Martín de Porres, registros de octubre, noviembre y diciembre, 2022.....	24
Figura 19	Altura horaria de marea para el punto 11° 56' 00" S; 77° 11' 15" O (Zona Refinería-La Pampilla).	25

Figura 20	Altura horaria de marea para el punto 11° 41' 15" S; 77° 15' 00" O (Zona División F-G)....	25
Figura 21	Altura horaria de marea para el punto 11° 26' 15" S; 77° 26' 00" O (Zona División H).	26
Figura 22	Características del oleaje.	27
Figura 23	Climatología Estacional de Olas. Altura Significativa (Hs) y Dirección Media (Dm).....	28
Figura 24	Promedio horario de Periodo de ola (s), de acuerdo a GFS 13 km, para el periodo de Octubre 1 a Diciembre 31 de 2022.	30
Figura 25	Promedio horario de altura de ola (m), de acuerdo a GFS 13 km, para el periodo de Octubre 1 a Diciembre 31 de 2022.	30
Figura 26	Temperatura superficial del mar.	32
Figura 27	Temperatura superficial del mar diaria (meses octubre a diciembre).	34
Figura 28	Anomalía de Temperatura Superficial del Mar para las estaciones costeras del IMARPE de Huacho y Callao.	34
Figura 29	Temperatura del mar (°C).	35
Figura 30	Salinidad superficial del mar	36
Figura 31	Salinidad superficial del mar diaria (meses octubre a diciembre).	37
Figura 32	Distribución global de las masas de agua superficiales.	38
Figura 33	Distribución global de las masas de agua intermedias.	39
Figura 34	Índice Costero El Niño (ICEN).	40
Figura 35	Serie de Tiempo del Índice Costero El Niño.....	41
Figura 36	Zona Reservada de Ancón y RNSIIPG-Grupo Pescadores.	45
Figura 37	Fotografías de actividades de muestreo en la zona intermareal.....	53
Figura 38	Fotografías de actividades de muestreo en la zona intermareal.....	56
Figura 39	Valores de referencia AMBI (Quipuzcoa L., <i>et al.</i> , 2019).	58
Figura 40	Mapa con resultados de pH en agua por estación – Área de Monitoreo	60
Figura 41	Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – Área de Monitoreo	61
Figura 42	Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto en agua por estación – Área de Monitoreo	62
Figura 43	Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) – Área de Monitoreo.....	66
Figura 44	Resumen de resultados de metales en agua – Área de Monitoreo	67
Figura 45	Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie) – Área de Monitoreo.....	70
Figura 46	Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo) – Área de Monitoreo	72
Figura 47	Mapa con resultados de pH en agua por estación – ZRA.....	73
Figura 48	Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – ZRA.....	74
Figura 49	Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua por estación – ZRA	75
Figura 50	Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) - ZRA	79
Figura 51	Resumen de resultados de metales en agua – ZRA.....	80
Figura 52	Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie) – ZRA	83
Figura 53	Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo) – ZRA.....	85
Figura 54	Mapa con resultados de pH en agua por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores.....	86
Figura 55	Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores	87
Figura 56	Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto en agua por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores	89
Figura 57	Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) - RNSIIPG Grupo Pescadores	93
Figura 58	Resumen de resultados de metales en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores.....	94

Figura 59 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie) – RNSIIPG Grupo Pescadores	97
Figura 60 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo) – RNSIIPG Grupo Pescadores	99
Figura 61 Mapa con resultados de pH en agua por estación – Zonas blanco	100
Figura 62 Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – Zonas blanco	101
Figura 63 Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto en agua por estación – Zonas blanco.....	102
Figura 64 Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) en Zonas blanco	106
Figura 65 Resumen de resultados de metales en agua – Zonas blanco	107
Figura 66 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie)– Zonas blanco.....	110
Figura 67 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo)– Zonas blanco	112
Figura 68 Comparación de la distribución de resultados de a) temperatura, b) pH, y c) oxígeno disuelto por área	113
Figura 69 Resumen de resultados de metales en sedimento – Área de Monitoreo.....	116
Figura 70 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio (mg/kg) en sedimento por estación – Área de Monitoreo	119
Figura 71 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – Área de Monitoreo	120
Figura 72 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – Área de Monitoreo	121
Figura 73 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación – Área de Monitoreo	122
Figura 74 Resumen de resultados de metales en sedimento – ZRA	124
Figura 75 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio (mg/kg) en sedimento por estación – ZRA	126
Figura 76 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – ZRA.....	127
Figura 77 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – ZRA	128
Figura 78 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación – ZRA.....	129
Figura 79 Resumen de resultados de metales en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores	131
Figura 80 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio (mg/kg) en sedimento por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores	133
Figura 81 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores	134
Figura 82 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores	135
Figura 83 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación– RNSIIPG Grupo Pescadores	136
Figura 84 Resumen de resultados de metales en sedimento – Zonas blanco.....	138
Figura 85 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio en sedimento por estación – Zonas blanco	140
Figura 86 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – Zonas blanco	141
Figura 87 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – Zonas blanco.....	142
Figura 88 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación – Zonas blanco.....	143
Figura 89 Comparación de la distribución de resultados de HTP por área	145
Figura 90 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – Área de Monitoreo	148
Figura 91 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – ZRA.....	149

Figura 92 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – RNSIIPG	
Grupo Pescadores	152
Figura 93 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – Zonas blanco	
.....	153
Figura 94 Matriz de correlación (coeficiente de Pearson) para variables en estaciones con captura de especies y análisis de tejido (nivel de significancia $p \geq 0.05$).....	155
Figura 95 Especies de fitoplancton cuantitativo con mayor frecuencia (izq.) y abundancia (der.) en el área de monitoreo	159
Figura 96 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área de monitoreo.	
.....	159
Figura 97 Índice de Bray-Curtis para el área de monitoreo.....	163
Figura 98 Especies de fitoplancton cuantitativo con mayor frecuencia (izq) y abundancia (der) en el Área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.....	164
Figura 99 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	165
Figura 100 Índice de Bray-Curtis para el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.....	168
Figura 101 Especies de fitoplancton cuantitativo con mayor frecuencia de registro en la zona blanco	
.....	169
Figura 102 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en la zona blanco	170
Figura 103 Índice de Bray-Curtis para la zona blanco.....	173
Figura 104 Correlación del fitoplancton con factores físicoquímicos y ambientales.	174
Figura 105 Clases de fitoplancton cualitativo registradas en la zona de monitoreo.....	176
Figura 106 Clases de fitoplancton cualitativo registrados en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	179
Figura 107 Clases de fitoplancton cualitativo registradas en la zona blanco	181
Figura 108 Especies con mayor frecuencia (izq.) y abundancia (der.) en el área de monitoreo.	185
Figura 109 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área de monitoreo.	
.....	186
Figura 110 Índice de Bray-Curtis para el área de monitoreo.....	189
Figura 111 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores	191
Figura 112 Índice de Bray-Curtis para el Área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	195
Figura 113 Especies de zooplancton registradas en la zona blanco.	196
Figura 114 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en la zona blanco. ...	197
Figura 115 Índice de Bray-Curtis para la zona blanco.....	199
Figura 116 Correlación de la presencia de zooplancton con variables físicoquímicas y ambientales	
.....	200
Figura 117 Distribución de la abundancia de especies por estación en el área de monitoreo.	202
Figura 118 Distribución del ictioplancton por estación en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores	205
Figura 119 Índice de Bray-Curtis para ictioplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores	207
Figura 120 Distribución de la abundancia de ictioplancton en la zona blanco	209
Figura 121 Índice de Bray-Curtis para la zona blanco.....	210
Figura 122 Correlación de la presencia de ictioplancton con variables físicoquímicas y ambientales	
.....	211
Figura 123 Abundancia y riqueza del área de monitoreo en la zona intermareal.	217
Figura 124 Abundancia y riqueza del área de monitoreo en la zona submareal.	217
Figura 125 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson, en el área de monitoreo en la zona intermareal.	218
Figura 126 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson, en el área de monitoreo en la zona submareal.....	218
Figura 127 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos.....	225

Figura 128 Dendograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de monitoreo.	226
Figura 129 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en la ZRA para la zona intermareal.	230
Figura 130 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en la ZRA para la zona submareal.	231
Figura 131 Índices de diversidad de Margalef y Shannon, equidad de Pielou y dominancia de Simpson en la ZRA para la zona intermareal.	231
Figura 132 Índices de diversidad de Margalef y Shannon, equidad de Pielou y dominancia de Simpson en la ZRA para la zona intermareal.	232
Figura 133 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos en la ZRA.	233
Figura 134 Dendograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones en el ZRA.	234
Figura 135 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores para la zona submareal.	244
Figura 136 Índices de diversidad de Margalef y Shannon-Wiener, equidad de Pielou y dominancia de Simpson en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores para la zona submareal.	245
Figura 137 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 1 de RNSIIPG – Grupo Pescadores	246
Figura 138 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 2 de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	247
Figura 139 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 3 de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	248
Figura 140 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 4 de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	249
Figura 141 Dendograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	250
Figura 142 Dendograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente a las estaciones con mayor similitud en comparación a las estaciones blanco.	253
Figura 143 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos de las zonas blanco (intermareal).	254
Figura 144 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos de las zonas blanco (submareal).	254
Figura 145 Índices de Margalef, Shannon-Wiener, Pielou y Simpson para macroinvertebrados bentónicos, en las zonas blanco (intermareal).	255
Figura 146 Índices de Margalef, Shannon-Wiener, Pielou y Simpson para macroinvertebrados bentónicos, en las zonas blanco (submareal).	255
Figura 147 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para las zonas blanco.	258
Figura 148 Dendograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones en las zonas blanco.	259
Figura 149 Frecuencia relativa de las especies de macroalgas correspondiente al grupo de estaciones en zonas blanco.	261
Figura 150 Frecuencia relativa de las especies de macroalgas correspondiente al grupo de estaciones en zonas blanco.	270
Figura 151 Distribución espacial del índice de diversidad (H') en el área de monitoreo, 2010-2022	283
Figura 152 Delimitación de bancos naturales de invertebrados marinos entre Chancay e islas Ventanilla. Región Lima.	284
Figura 153 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou	294
Figura 154 Índice de Simpson, riqueza y abundancias	294
Figura 155 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en el área de monitoreo.	295
Figura 156 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de macroinvertebrados en el área de monitoreo.	296

Figura 157 Abundancia y riqueza del área de monitoreo para peces.	297
Figura 158 Abundancia y riqueza del área de monitoreo para macroinvertebrados.	297
Figura 159 Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en el área de monitoreo.	299
Figura 160 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de monitoreo.	299
Figura 161 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en el área de la ZRA. ...	300
Figura 162 Abundancia y riqueza de peces en la ZRA.	301
Figura 163 Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en el área de la ZRA.	302
Figura 164 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de la ZRA.	302
Figura 165 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	304
Figura 166 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de macroinvertebrados en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	305
Figura 167 Abundancia y riqueza de peces en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	306
Figura 168 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	306
Figura 169 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	308
Figura 170 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	308
Figura 171 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en las zonas blanco. ...	310
Figura 172 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de macroinvertebrados en las zonas blanco.	311
Figura 173 Abundancia y riqueza de peces en las zonas blanco.	312
Figura 174 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en las zonas blanco.	312
Figura 175 Índice de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en las zonas blanco.	313
Figura 176 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones de las zonas blanco.	314

Lista de Tablas

Tabla 1 Estaciones meteorológicas activas en el área de monitoreo.	8
Tabla 2 Método de análisis para muestras en sedimentos, agua de mar y tejido biológico	46
Tabla 3 Metodología de análisis para muestras del componente biótico	47
Tabla 4 Concentración máxima de benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno y criseno en ahumado de moluscos bivalvos.	49
Tabla 5 Concentración máxima de benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno y criseno en ahumado de crustáceos (Brachyura y Anomura)	49
Tabla 6 Concentraciones máximas de HAPs basadas en el Reglamento CE N°1881/2006 y sus modificatorias No. 629/2008 y No. 420/2011	49
Tabla 7 Concentración máxima de metales pesados en moluscos bivalvos	49
Tabla 8 Concentración máxima de metales pesados en crustáceos (Brachyura y Anomura)	49
Tabla 9 Concentraciones máximas de HAPs basadas en los Criterios de Protección a la Salud Humana.	50
Tabla 10 Concentraciones Máximas de HAPs basadas en el Reglamento CE N° 1881/2006 y sus modificatorias No. 629/2008 y No. 420/2011	50
Tabla 11 Concentración Máxima de Benzo(a)pireno en Ahumado de Carne de Pescado	50
Tabla 12 Concentración Máxima de Metales Pesados en Peces	50
Tabla 13 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – Área de Monitoreo.	59
Tabla 14 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – Área de Monitoreo.	60

Tabla 15 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – Área de Monitoreo	61
Tabla 16 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – Área de Monitoreo	62
Tabla 17 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – Área de Monitoreo..	63
Tabla 18 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – Área de Monitoreo.....	63
Tabla 19 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – Área de Monitoreo	64
Tabla 20 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – Área de Monitoreo ...	64
Tabla 21 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – Área de Monitoreo	65
Tabla 22 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – Área de Monitoreo	68
Tabla 23 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – ZRA	73
Tabla 24 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – ZRA	73
Tabla 25 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – ZRA	74
Tabla 26 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – ZRA.....	76
Tabla 27 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – ZRA	76
Tabla 28 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – ZRA	77
Tabla 29 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – ZRA	77
Tabla 30 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – ZRA	78
Tabla 31 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – ZRA	78
Tabla 32 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – ZRA	80
Tabla 33 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores .	86
Tabla 34 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores.....	87
Tabla 35 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	88
Tabla 36 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	89
Tabla 37 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	90
Tabla 38 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	90
Tabla 39 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	91
Tabla 40 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	91
Tabla 41 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	92
Tabla 42 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores	95
Tabla 43 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – Zonas blanco.....	100
Tabla 44 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – Zonas blanco	101
Tabla 45 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – Zonas blanco.....	102
Tabla 46 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – Zonas blanco	103
Tabla 47 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – Zonas blanco.....	103
Tabla 48 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – Zonas blanco.....	104
Tabla 49 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – Zonas blanco.	104
Tabla 50 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – Zonas blanco	105

Tabla 51 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – Zonas blanco.....	105
Tabla 52 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – Zonas blanco.....	108
Tabla 53 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – Área de Monitoreo	116
Tabla 54 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – Área de Monitoreo	120
Tabla 55 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – Área de Monitoreo	122
Tabla 56 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – ZRA.....	124
Tabla 57 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – ZRA.....	127
Tabla 58 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – ZRA.....	129
Tabla 59 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores	131
Tabla 60 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores	134
Tabla 61 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores	136
Tabla 62 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – Zonas blanco.....	138
Tabla 63 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – Zonas blanco.....	141
Tabla 64 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – Zonas blanco	143
Tabla 65 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – Área de Monitoreo	146
Tabla 66 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – ZRA	149
Tabla 67 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores	150
Tabla 68 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – Zonas Blanco	153
Tabla 69 Riqueza y abundancia de fitoplancton cuantitativo en el área de monitoreo	157
Tabla 70 Índices de biodiversidad de fitoplancton cuantitativo en el área de monitoreo	160
Tabla 71 Índice de Jaccard para fitoplancton cuantitativo en el área de monitoreo.....	161
Tabla 72 Riqueza y abundancia de fitoplancton cuantitativo en el área del ZRA y de Islas.	163
Tabla 73 Índices de biodiversidad para fitoplancton cualitativo en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	166
Tabla 74 Índice de Jaccard para fitoplancton cuantitativo en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	167
Tabla 75 Riqueza y abundancia de fitoplancton cuantitativo en la zona blanco	169
Tabla 76 Índices de biodiversidad de fitoplancton cuantitativo de la zona blanco	171
Tabla 77 Índice de Jaccard de fitoplancton cuantitativo para la zona blanco	172
Tabla 78 Riqueza de fitoplancton cualitativo para el área de monitoreo	175
Tabla 79 Presencia de especies de fitoplancton cualitativo del área de monitoreo	177
Tabla 80 Riqueza de fitoplancton cualitativo del área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores	178
Tabla 81 Presencia de especies de fitoplancton cualitativo en el área del ZRA	179
Tabla 82 Riqueza de fitoplancton cualitativo en la zona blanco	181
Tabla 83 Presencia de especies de fitoplancton cualitativo en la zona blanco.....	182
Tabla 84 Riqueza y abundancia de zooplancton en el área de monitoreo.....	183
Tabla 85 Índices de biodiversidad de zooplancton para el área de monitoreo	187
Tabla 86 Índice de Jaccard de zooplancton para el área de monitoreo	188
Tabla 87 Riqueza y abundancia de zooplancton en las áreas del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	190

Tabla 88 Índices de biodiversidad para zooplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	192
Tabla 89 Índice de Jaccard para zooplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores	193
Tabla 90 Riqueza y abundancia de zooplancton en la zona blanco	196
Tabla 91 Índices de biodiversidad de zooplancton en la zona blanco	198
Tabla 92 Índice de Jaccard para zooplancton en la zona blanco.....	198
Tabla 93 Riqueza y abundancia de ictioplancton en el área de monitoreo	201
Tabla 94 Índices de biodiversidad de ictioplancton para el área de monitoreo.....	203
Tabla 95 Riqueza y abundancia de ictioplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores	204
Tabla 96 Índices de biodiversidad para ictioplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	205
Tabla 97 Riqueza y abundancia de ictioplancton en la zona blanco	207
Tabla 98 Índices de biodiversidad para ictioplancton en la zona blanco.....	209
Tabla 99 Índice de Jaccard para ictioplancton para la zona blanco	209
Tabla 100 Resultados de los promedios de los índices ecológicos globales.....	214
Tabla 101 Valores promedio para el grupo de estaciones del área de monitoreo.	215
Tabla 102 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos por estación en el área de monitoreo.	219
Tabla 103 Resumen de los promedios de los resultados de macroinvertebrados bentónicos para la ZRA.	227
Tabla 104 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos.	229
Tabla 105 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores	235
Tabla 106 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos	238
Tabla 107 Resumen de resultados promedio de macroinvertebrados bentónicos en las zonas blanco	251
Tabla 108 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos en las zonas blanco	256
Tabla 109 Listado taxonómico de macroalgas presentes en las estaciones del área de monitoreo.	261
Tabla 110 Presencia/ausencia de especies de macroalgas presentes en las estaciones del área general de monitoreo.	263
Tabla 111 Listado taxonómico de macroalgas presentes en las estaciones del área de monitoreo.	271
Tabla 112 Presencia/ausencia de especies de macroalgas presentes en las estaciones del área general de monitoreo.	272
Tabla 113 Comparativo de familias reportadas por Elliot W. <i>et al.</i> (2012), y las registradas en el monitoreo hidrobiológico	285
Tabla 114 Clasificación taxonómica del ensamble nectónico del monitoreo.	289
Tabla 115 Caracterización de las especies encontradas en el monitoreo.	291
Tabla 116 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de monitoreo.....	298
Tabla 117 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de la ZRA.....	301
Tabla 118 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.	307
Tabla 119 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de monitoreo.....	313
Tabla 120 Esfuerzo de monitoreo del necton vs biomasa	320
Tabla 121 Productividad de los métodos utilizados para el monitoreo	321
Tabla 122 Análisis biométrico de la ictiofauna colectada.	323
Tabla 123 Análisis biométrico de macroinvertebrados colectados.....	324
Tabla 124 Reporte de ocurrencias de la actividad pesquera artesanal en el litoral peruano (IMARPE, 2020, 2021, 2022).	326
Tabla 125 Especies reportadas para las áreas de monitoreo mediante uso de ROV (videos).....	328

Acrónimos y abreviaciones

ECA	Estándares de Calidad Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
C1B1	Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación – Contacto Primario
C2C2	Categoría 2, Subcategoría 2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras
C2C3	Categoría 2, Subcategoría 3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras.
C4E3	Categoría 4, Subcategoría 3: Conservación del ambiente acuático ecosistemas costeros y marino
CE	Comunidad Europea
F1	Fracción 1 (C ₆ -C ₁₀)
F2	Fracción 2 (C ₁₀ -C ₂₈)
F3	Fracción 3 (C ₂₈ -C ₄₀)
HAPs	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
HTP	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ -C ₄₀)
IMARPE	Instituto del Mar Peruano
µg/kg	Microgramo por kilogramo
mg/kg	Miligramo por kilogramo
mg/L	Miligramo por litro
NR	Nivel de Referencia
NF	Nivel de Fondo
RBCA	Risk Based Corrective Action
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
PRODUCE	Ministerio de la Producción
SANIPES	Organismo Nacional de Sanidad Pesquera
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.
MINAM	Ministerio del Ambiente

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la emergencia por el derrame de hidrocarburo el 15 de enero del 2022, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) emitió la Resolución N° 00007 -2022-OEFA/DSEM, como parte del Expediente N° 0010-2022-DSEM-CHID, en el cual, se ordena a Refinería La Pampilla, el cumplimiento de un mandato de carácter particular.

En la Resolución N° 00007 -2022-OEFA/DSEM, OEFA establece el mandato particular de “Realizar el monitoreo hidrobiológico, monitoreo de aves y mamíferos marinos y monitoreo de los ecosistemas frágiles y diversidad biológica de las Áreas Naturales Protegidas y otras áreas afectadas por el desplazamiento del hidrocarburo derramado, a fin de determinar cambios en el ecosistema, en coordinación con el SERNANP, IMARPE, SERFOR y el Ministerio de Producción”.

Con base a lo anterior, se solicitó al Ministerio de PRODUCCIÓN, autorización para el Plan de Trabajo denominado “Monitoreo Hidrobiológico de las Áreas Afectadas por el Desplazamiento del Hidrocarburo derramado en el Terminal Multiboya N° 2, de la Refinería La Pampilla”. El cual fue autorizado mediante la Resolución Directoral N° 00554-2022-PRODUCE/DGPCHDI y con Expediente No 00032939- 2022.

En cumplimiento a ello, se presentan los resultados del Plan de Trabajo “Monitoreo Hidrobiológico de las Áreas Afectadas por el Desplazamiento del Hidrocarburo derramado en el Terminal Multiboya N° 2, de la Refinería La Pampilla”.

2. ANTECEDENTES

- El 23 de mayo del 2022, Repsol ingresa la solicitud de autorización del Plan de Trabajo con el Expediente N° 00032939-2022,
- El 1 de julio del 2022, la Dirección de Extracción para Consumo Humano Directo e Indirecto del Ministerio de la Producción (PRODUCE), mediante Oficio N° 00001699-2022-PRODUCE/DECHDI, emitió sus observaciones al Plan de Trabajo, así como las observaciones realizadas por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) con Oficio N° 1323-2022-SERNANP-DGANP y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), mediante Oficio N° 311-2022-IMARPE/DEC.
- El 10 de agosto del 2022, Repsol ingreso mediante carta RLP-GSCMA-942-2022, el Plan de Trabajo actualizado dando respuestas a las observaciones realizadas por PRODUCE, SERNANP, IMARPE.
- El 15 de septiembre del 2022, PRODUCE notifica la autorización del Plan de Trabajo mediante Resolución Directoral N° 00554-2022-PRODUCE/DGPCHDI.

3. OBJETIVOS

- Caracterizar los ecosistemas marinos definidos en el área de evaluación a través de la colecta de especímenes y/o registro visual de los componentes hidrobiológicos, utilizando para ello, índices ecológicos (por ejemplo, diversidad de Shannon Wiener, Simpson, entre otros) en estaciones de monitoreo y transectas de evaluación distribuidas a lo largo del área del derrame de hidrocarburos.
- Realizar el levantamiento de información primaria de las comunidades hidrobiológicas en el área afectada por el derrame de hidrocarburos.
- Evaluar el estado actual de la vida acuática en sus respectivos hábitats, posterior a las actividades de limpieza llevadas a cabo por Repsol.

4. ALCANCE

Los resultados contenidos en el presente reporte dan respuesta a lo presentado y aprobado en el Plan de Trabajo bajo la Resolución Ministerial N° 00554-2022-PRODUCE/DGPCHDI, el cual tuvo como alcance, lo siguiente:

- Ciento treinta y nueve (139), estaciones distribuidas desde el distrito de Chorrillos, Callao hasta Punta Salinas en la provincia de Huacho. De ellas,
 - Treinta y tres (33) estaciones se encuentran ubicadas en la zona intermareal,
 - Ciento seis (106) en la zona submareal y,
- Ciento sesenta y tres (163) en la zona de recuperación y zona silvestre del polígono de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras – Grupo de Pescadores.

El muestreo realizado en cada una de las estaciones contempló los siguientes medios y componentes:

- Abióticos (calidad de agua y sedimentos marinos),
- Bióticos (fitoplancton, zooplancton, ictioplancton, necton, macroinvertebrados bentónicos y macroalgas)

5. ÁREA DE MONITOREO

El área de monitoreo se encuentra circunscrita en la ecorregión del Mar frío de la Corriente Peruana (Brack y Mendiola, 2000) y específicamente se encuentra localizada en la Provincia del Pacífico Sur Oriental Templado (o Provincia Peruana), relacionada directamente con la Corriente de Humboldt (Spalding *et al.*, 2007), en una franja costera de aproximadamente 136 km de extensión, la cual abarca al Sur desde el distrito de Chorrillos (a 5.8 km al sur de la Bahía de La Herradura, frente a los Pantanos de Villa) hasta Playa Chica al Norte (localizado en Bahía Salinas, Distrito de Huacho). El área de monitoreo incluye el área del desplazamiento del hidrocarburo, así como otras áreas no afectadas (ver Figura 1).

El área de monitoreo se divide entre la zona intermareal y la zona submareal.

- La zona intermareal o litoral es la parte del litoral donde hay intercambio de mareas, donde se presentan los niveles máximos (pleamar) y mínimos de mareas (bajamar). Por lo que está cubierto por agua durante la marea alta y descubierto durante la marea baja, siendo un lugar de transición, donde los organismos deben adaptarse a los cambios bruscos de temperatura, concentración de sales, oleaje, entre otros (Fundación Patagonia Natural, 2013).
- Por otro lado, la zona submareal o sublitoral es una zona que está permanentemente sumergida y solamente en mareas extremas es expuesta por corto tiempo, o sea que es la parte debajo de la marea baja hasta la plataforma continental.

Por otra parte, teniendo en cuenta el enfoque hidrobiológico del monitoreo y tomando en cuenta la presencia de ecosistemas frágiles en el área de desplazamiento del hidrocarburo, se incluyeron dentro de las áreas a evaluarse, a la Zona Reservada de Ancón (ZRA) y la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores.

En la Lista Sectorial de Ecosistemas Frágiles del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), no se incluye ningún ecosistema en la zona marino-costera en el área de desplazamiento del hidrocarburo. Sin embargo, la Ley N° 29895 establece a las bahías e islas pequeñas y humedales como ecosistemas frágiles. Por lo tanto, la Zona Reservada de Ancón (Resolución Ministerial N° 275-2011-MINAM) y los Islotes del Grupo Pescadores que pertenecen a la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (creada mediante Decreto Supremo N° 024-2009-MINAM del 31 de

diciembre de 2009) son considerados ecosistemas frágiles y por lo tanto fueron incluidos como parte del presente monitoreo.

En la Figura 1 se puede observar la ubicación de las estaciones del Monitoreo Hidrobiológico así como la categorización de cada una de ellas por componente a evaluar (ver detalle de la categorización en el Anexo 2. Plan de Trabajo del Monitoreo Hidrobiológico).

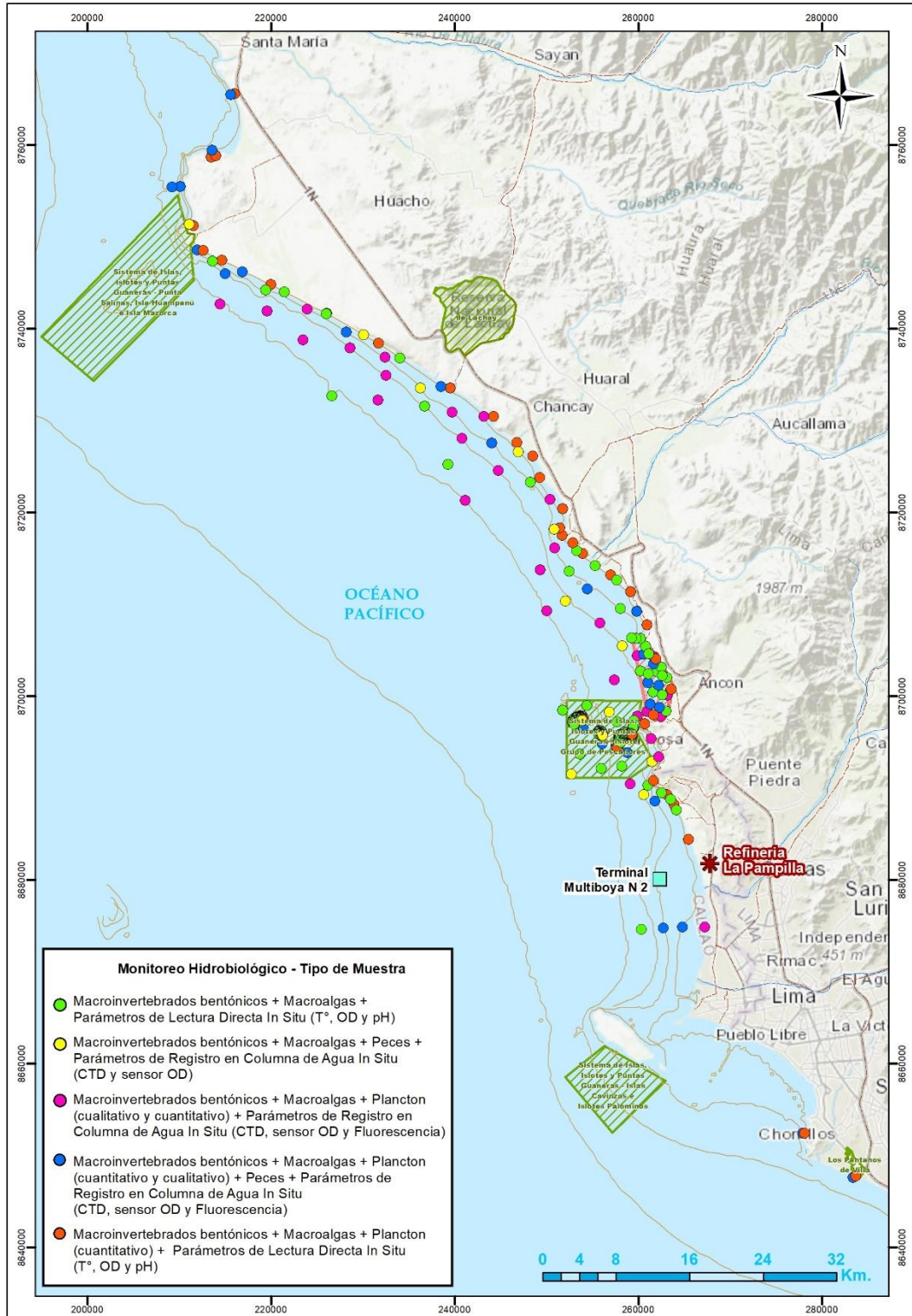


Figura 1 Ubicación de las estaciones del Monitoreo Hidrobiológico, según tipo de muestra.

Fuente: ERM, 2023.

5.1 Características fisiográficas

Con respecto a las unidades fisiográficas resultantes en la costa del Perú, de acuerdo al análisis de varios científicos y recogidas por Petersen (1972), se hallan los siguientes complejos:

- a) Cordillera de la costa en el noroeste y suroeste del litoral, y
- b) Llanuras y depresiones del litoral

La costa peruana según Scheweigger (1964) está dividida en tres zonas, definidas por sus distintas características en el litoral, estas son zona norte, zona centro y zona sur. De los tres segmentos, a grandes rasgos, la margen meridional tiene una tendencia perenne a la emersión, la margen central tiene una tendencia al hundimiento, esto se explica por la presencia de material más denso en su estructura cortical y la margen del noroeste, anómala y cuyo desarrollo estaría ligado a los fenómenos tectónicos del Golfo de Guayaquil (Macharé *et al.*, Op cit.) En: Velazco F., 2001.

La zona centro que comprende la costa situada entre Punta Aguja e Isla San Gallán, es atravesada por algunos valles, frente a sus costas con presencia de islas (Velazco F., 2001).

El área de monitoreo se encuentra circunscrita en la zona centro, cuyas formas del relieve pueden ser agrupadas en tres conjuntos morfológicos.

Plataforma Continental

Comprendida por la prolongación de la placa continental, bajo el nivel del mar, a modo de una faja de tierra sumergida que se extiende desde la línea de costa hasta donde ocurre un cambio brusco de la pendiente, aproximadamente entre las isobatas 200 a 400 m (Samamé, 1985; Masías, 1976). Su superficie tiende a ser horizontal y de ancho variable, en relación directa con la geodinámica de la margen, según lo cual se reconocen tres zonas Norte, Centro y Sur (Scheweigger, 1964).

En la zona centro el ancho aumenta, frente a Pimentel es de 55 millas y en Chimbote casi alcanza las 70 millas, disminuyendo hacia el sur. Al sur de Huarney se estrecha alcanzando 30 millas y a la latitud del Callao unas 40 millas (Teves y Evangelista, Op Cit.) En: GEF-ONUDI-IMARPE-IFOP, 2002.

En el análisis de la batimetría se pueden diferenciar dos zonas principales, la zona costera con abundantes afloramientos rocosos con isobatas muy juntas e irregulares, y el resto de la zona con isobatas en forma de graderío con pendiente negativa hacia el noroeste.

Faja litoral

La Faja litoral comprende la tierra firme adyacente a la línea de alta y baja marea expuestas a la acción de las mareas. Se extiende en el sector oeste desde la línea de costa, en forma de una faja delgada de ancho variable, cubierta por arenas (playas de terraza marina) y borde de los acantilados. En el caso de playas abiertas están limitadas por un cordón litoral. Dentro de esta categoría se pueden distinguir las siguientes formas específicas:

Terraza marina

Es una plataforma que está expuesta como resultado de la tectónica (subducción entre las placas de Nazca y Continental) y las variaciones del nivel del mar. Su morfología se representa como una estrecha franja costera suavemente inclinada hacia el mar arenas medias de color beige y algunas áreas cubiertas por cantos rodados.

Acantilados y puntas

Los acantilados están configurados por una topografía muy escarpada, presentan pendiente abrupta (mayor a 75 %), litología compuesta por rocas resistentes a la erosión (sedimentarias e ígneas), en su borde superior están son cubiertas por una fina capa de arena suelta de origen eólico; estas forman parte de porciones de tierra, más angosta que un cabo que penetran en el mar, denominadas puntas.

Islas e islotes

Son formaciones conformadas por una porción de territorio separado del continente; generalmente corresponde a una cadena montañosa que sobresale desde el fondo del mar.

Planicies

Llanura o planicie aluvial

Esta geoforma está constituida por un relieve ligeramente llano que presenta una pendiente de 0-4 %. Esta planicie se encuentra compuesta por capas de depósitos aluviales cuaternarios, sobre estos depósitos se aprecia una capa delgada de arena, la cual se ha formado por los vientos provenientes de la zona litoral.

Según (INGEMMET, 1992), en el área de Lima, la estratigrafía distingue cuatro ciclos sedimentarios, que van desde el Jurásico hasta el Cretácico Superior. Las unidades estratigráficas en la zona Costera están conformadas por: Grupo Puente Piedra (Volcánico Santa Rosa, Fm. Puente Inga, Fm. Ventanilla, Formación Cerro Blanco y Volcánico Ancón), Grupo Morro Solar (Fm. Salto del Frayle, Fm. Herradura, Fm. Marcavilca), Formación Pamplona, Formación Atocongo y Grupo Casma (Fm. Chilca y Volcánico Quilmaná) (Gobierno Regional del Callao, 2011).

Los depósitos marinos, a lo largo de la línea de costa, están compuestos por materiales clásticos, los cuales son llevados al mar como carga por los ríos y también como resultado de la acción erosiva de las olas y distribuidos por las corrientes marinas de deriva. Estos depósitos pueden ser antiguos (conformando las terrazas marinas y zonas de marismas) o recientes (acumulaciones de arena, limos y cantos distribuidos a lo largo del borde litoral como producto de la erosión); este último se extiende en forma de estrechas fajas de terreno (30–100 m) localizadas en el sector litoral desde Ancón hasta Pucusana. Los depósitos aluviales; están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la vertiente occidental andina cortando las rocas terciarias, mesozoicas y los batolitos costeros, depositando una parte en el trayecto y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales. Los depósitos más antiguos, se encuentran formando los conos de deyección de los ríos Rímac y Lurín. La litología comprende conglomerados, conteniendo cantos, rocas intrusivas y volcánicas, gravas, arenas y en menor proporción limos y arcillas; los depósitos más recientes se restringen a ambos márgenes de los ríos Chillón, Rímac y Lurín (Gobierno Regional del Callao, 2011).

El litoral de Chancay se conforma sobre terrazas de baja y mediana altura. En la mayor parte de la ciudad de Chancay predomina una costa acantilada, plataformas de abrasión y el sector del puerto casi está a nivel del mar. En cuanto el perfil costero se presenta la Bahía de Chancay y algunas ensenadas como Grita Lobos y pequeñas calas (Municipalidad Distrital de Chancay y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

Con respecto a la fisiografía reportada en Huacho, el INDECI (2007), menciona que es posible identificar de manera general los siguientes conjuntos fisiográficos: el litoral, el valle, el área desértica formados de pampas, llanuras, colinas bajas y algo de las estribaciones andinas.

El litoral en se conforma sobre terrazas de baja y mediana altura, en la mayor parte de la ciudad de Huacho predomina una costa acantilada muerta o retirada, angostas plataformas de abrasión en Punta La Viuda y Punta Carquin; en cuanto el perfil costero se presenta la Bahía de Huacho y una Ensenada en Playa Paraíso al suroeste de la ciudad. Frente al litoral sureste existe un número de islas, islotes y arrecifes (INDECI, 2007).

5.1.1 Geología y Geomorfología

La geología costera de la cordillera peruana está formada por rocas precámbricas y paleozoicas que forman un núcleo del alto exterior de la plataforma en la zona central del Perú. Rasgos morfoestructurales como la plataforma continental y la fosa abisal peruana caracterizan el margen convergente peruano (INGEMMET, 1992). El área de monitoreo se encuentra en la zona centro del Perú y se caracteriza por una fuerte actividad sísmica debido a la parte superior de la zona de subducción entre la placa oceánica de Nazca y la placa continental de América del Sur (GCR, 2013). Acorde a la división realizada por Schweigger, (1964) en la cual el autor divide a la costa peruana en

tres zonas, definidas por sus diferentes características en el litoral, zona norte, zona centro y zona sur, el margen central de la zona centro, correspondiente al área de monitoreo, tiene tendencia al hundimiento.

La estratigrafía del área de interés diferencia cuatro ciclos sedimentarios, desde el Jurásico hasta el Cretácico Superior (INGEMMET, 1992), cubiertos en gran parte por depósitos cuaternarios de origen marino, eólico y aluvial, y con rocas intrusivas que atraviesan la columna estratigráfica de manera irregular y dispersa. En la zona sur del área de monitoreo, que corresponde a la zona del derrame, Humedal de Ventanilla, hasta la playa Cavero, predominan los afloramientos de la Formación de Ventanilla, con características de areniscas volcanoclásticas de grano fino a grueso, depósitos eólicos aluviales de gravas y limos en las zonas bajas de valles y depósitos marinos de arena de grano fino y lacustrino de limos y arcillas en las zonas más costeras.

La zona central del área de monitoreo, que corresponde desde la playa Cavero hasta playa Infantería, predominan los afloramientos de la Formación Ancón, con características de lavas andesíticas, brechas volcánicas, aglomerados y eventuales tobas (INGEMMET, 2021). A lo largo de la Bahía de Ancón, las islas e islotes están asociados a brechas piroclásticas intercaladas con derrames andesíticos del Cretácico Inferior (INGEMMET, 2021). El litoral de esta zona cuenta con depósitos marinos que se componen de material clástico que llegan al mar por acción de los ríos y como resultado de la acción erosiva de las olas y la distribución de las corrientes marinas de deriva; los depósitos pueden ser antiguos asociados a la conformación de las terrazas marinas y zonas de marismas, o recientes asociados a acumulaciones de arena, limos y cantos distribuidos a lo largo del borde litoral como producto de la erosión.

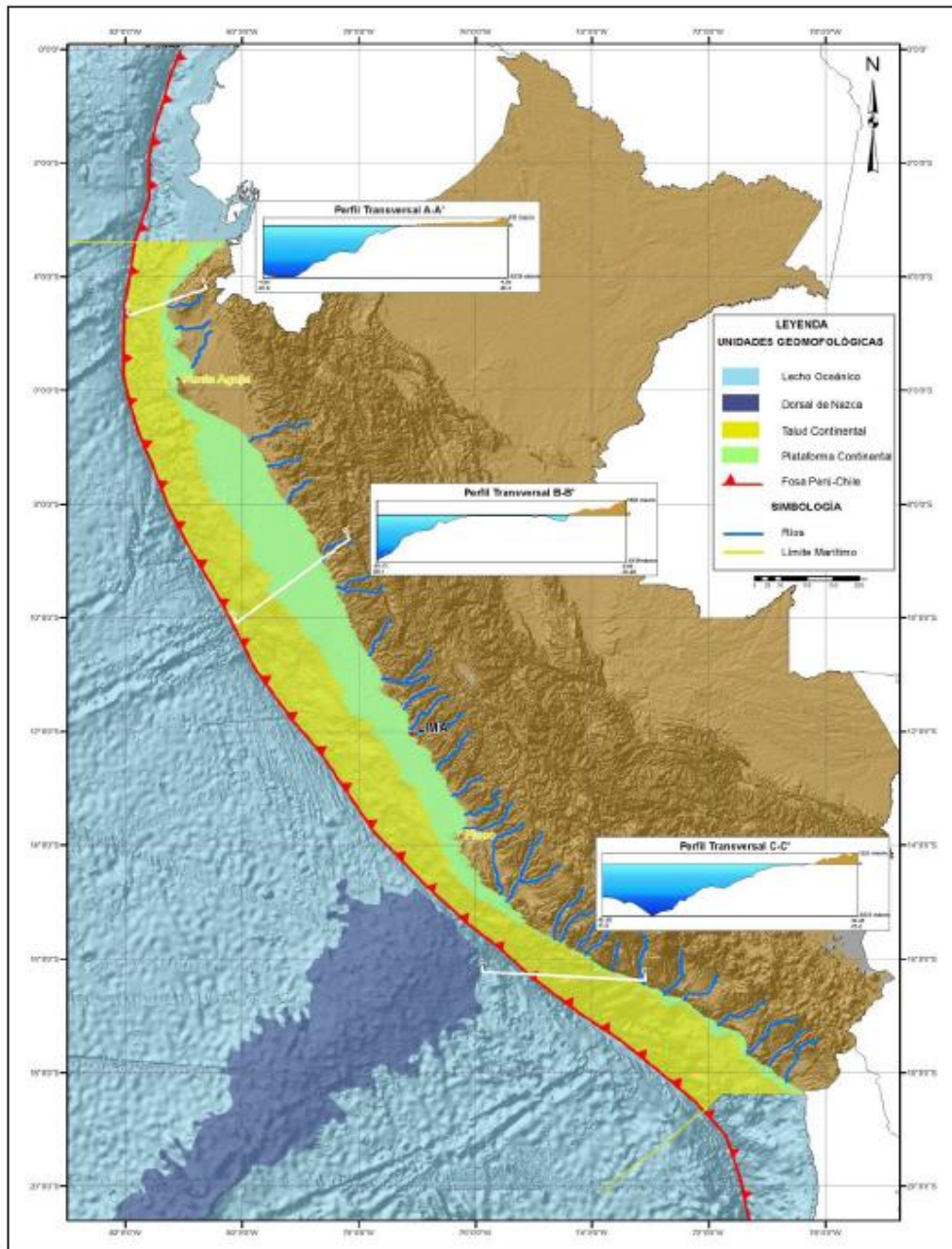
El área centro-norte de la zona de monitoreo, correspondiente a la playa Infantería hasta Punta Chancay, dominan los afloramientos del Grupo Casma, del Cretácico medio superior y desaparecen los afloramientos del Grupo Puente Piedra. La zona se encuentra conformada por unidades de Volcánico de Quilmaná -de derrames andesíticos masivos, poco estratificados, de textura porfírica- y la Formación Huarangal - secuencia volcánico- sedimentaria de calizas y rocas clásticas intercaladas con derrames volcánicos-. Dominan los depósitos eólicos de procedencia de arena de playa, adoptando formas de mantos, dunas y barcanes, y en menor proporción, se presentan depósitos aluviales asociados a los valles de los ríos como Chancay y sus afluentes (INGEMMET, 1992). El norte del área de monitoreo, correspondiente desde Punta Chancay hasta Punta Salinas y Huacho, presenta predominancia del terreno cubierta por depósitos eólicos recientes como material de arena fina y presencia de algunas lomas compuestas.

La geomorfología costera del Perú se caracteriza por ser una planicie desértica, aluviónica, eólica, alargada y angosta, siendo una costa con una gran franja desértica de características llana - ondulada que corre paralela al litoral peruano desde Tumbes, al norte de Perú, hasta Tacna, al sur de Perú (Geomorfología Peruana, 2023). El aspecto morfológico es variado, caracterizado por llanuras desérticas y cerros elevados que responden a procesos de erosión subaérea y fluvial y a la acción del viento (GEF-ONUDI-IMARPE-IFOP, 2002).

El margen continental peruano distingue 4 sectores elongados y paralelos, la Plataforma Continental el Alto Estructural, el Talud Superior y el Talud Medio e inferior (ver Figura 2). La Plataforma Continental, prolongación del continente bajo el mar, presenta relación con las 3 zonas de la costa definidas por Schweigger, (1964), como zona norte, zona centro y zona sur. La zona centro, que comprende el área de monitoreo, el ancho aumenta, frente a Pimentel es de 55 millas y en Chimbote casi alcanza las 70 millas, disminuyendo hacia el sur. Al sur de Huarmey se estrecha alcanzando 30 millas y a la latitud del Callao unas 40 millas, al sur continúa siendo más angosta y alcanza sólo 5 millas en la Península de Paracas (GEF-ONUDI-IMARPE-IFOP, 2002). El Alto Estructural separa las cuencas de antearco externas e internas, entre 14°S y 06°S se halla sumergido y forma el borde externo de la plataforma continental.

El Talud Continental, con un declive de 14% en promedio, distingue 2 áreas generales de cañones y gargantas submarinas (Gullies), una se halla en la frontera Perú-Chile y la Península de Paracas y la

otra se ubica frente a la zona norte entre la Península de Illescas y el Golfo de Guayaquil (GEF-ONUDI-IMARPE-IFOP, 2002). Por último, la fosa oceánica se halla presente en su longitud a lo largo de la costa peruana-chilena, y delinea el contacto entre la litosfera oceánica de la Placa de Nazca y la litósfera continental de la Placa Sudamericana (INGEMMET, 2020). La Figura 2 presenta lo descrito previamente indicando las unidades geomorfológicas del margen continental peruano y llanura oceánica, a su vez, se indica perfiles transversales que muestran la amplitud de la plataforma y la pendiente del Talud en las 3 zonas, Zona Norte, Zona Centro y Zona Sur.



Fuente: INGEMMET, 2020.

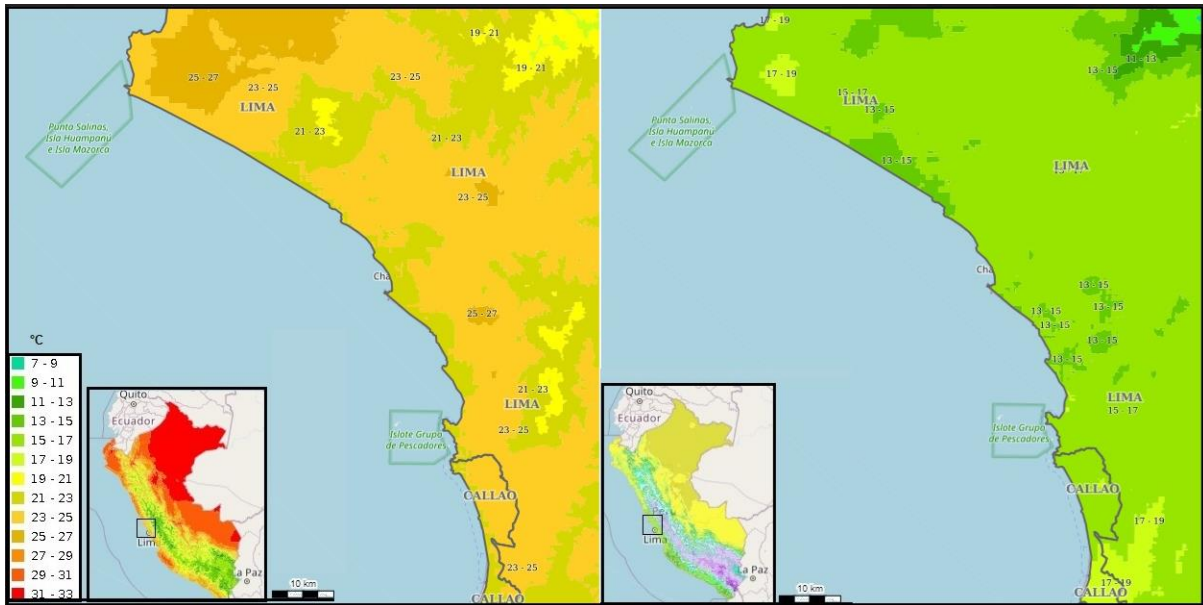
Figura 2 Mapa de unidades geomorfológicas del margen continental peruano y llanura oceánica. Plataforma continental, Talud Continental, Fosa Peruano-Chilena y Dorsal de Nazca.

5.1.2 Temperatura del Aire

En el área de monitoreo la temperatura del aire no presenta grandes variaciones, las cuales no superan una amplitud de 5°C. En promedio, los valores de temperatura máxima en el año oscilan entre los 21°C a 27°C mientras que los rangos más bajos de temperatura máxima al año están entre los 21°C a 23°C,

ligados a las lomas de mayor altura cerca de la costa. Los promedios de temperatura mínima anuales varían en un rango de 13 a 17°C, y en la región norte de 17 a 19°C. La Figura 3 muestra los promedios anuales de temperaturas máximas y mínimas en el área de monitoreo (adaptado de SENAMHI, 2022).

Para el caso del área de monitoreo, dado que se encuentra pocos metros sobre el nivel del mar, presenta características de zona tipo semi-cálido y, en promedio, la temperatura del aire puede variar entre 22°C a 25°C.



Fuente: Adaptado de (SENAMHI, 2022)

Figura 3 Temperaturas máximas (izquierda) y mínimas (derecha) promediadas anualmente en el área de monitoreo.

Las estaciones meteorológicas en el área de monitoreo muestran entre otros registros, registros de temperatura horaria, temperatura máxima y mínima y precipitación horaria.

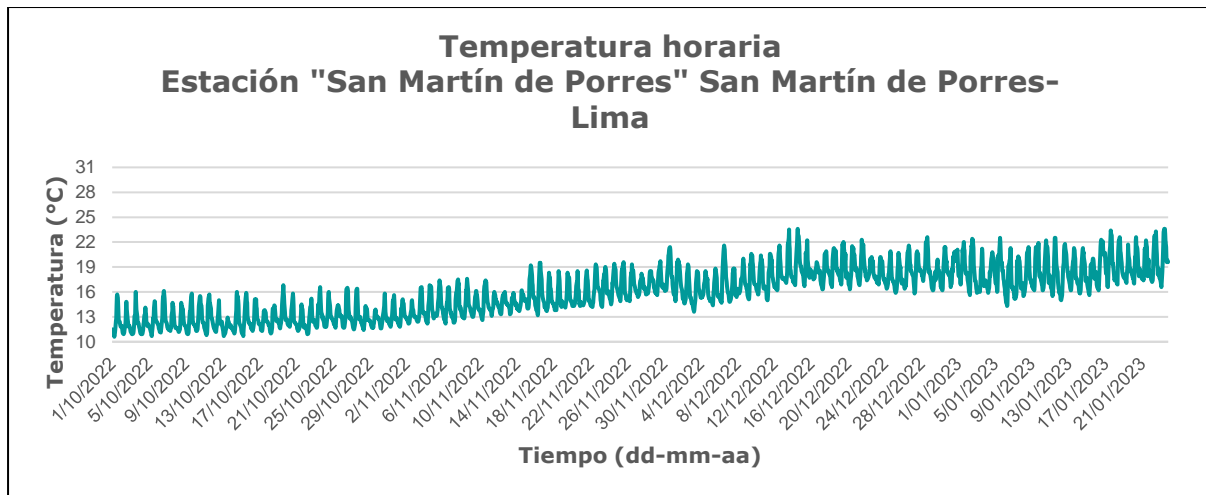
Las estaciones registradas en el área de monitoreo se corresponden con la Tabla 1:

Tabla 1 Estaciones meteorológicas activas en el área de monitoreo

Estación	Provincia	Distrito	Latitud (S)	Longitud (W)	Altitud
San Martín de Porres	Lima	San Martín de Porres	12°00'32.00"	77°05'4.10"	56 msnm
Antonio Raymondi	Lima	Ancón	11°46'33.82"	77°09'5.00"	47 msnm
Lomas de Lachay	Huaura	Huacho	11°21'36.51"	77°22'6.21"	416 msnm

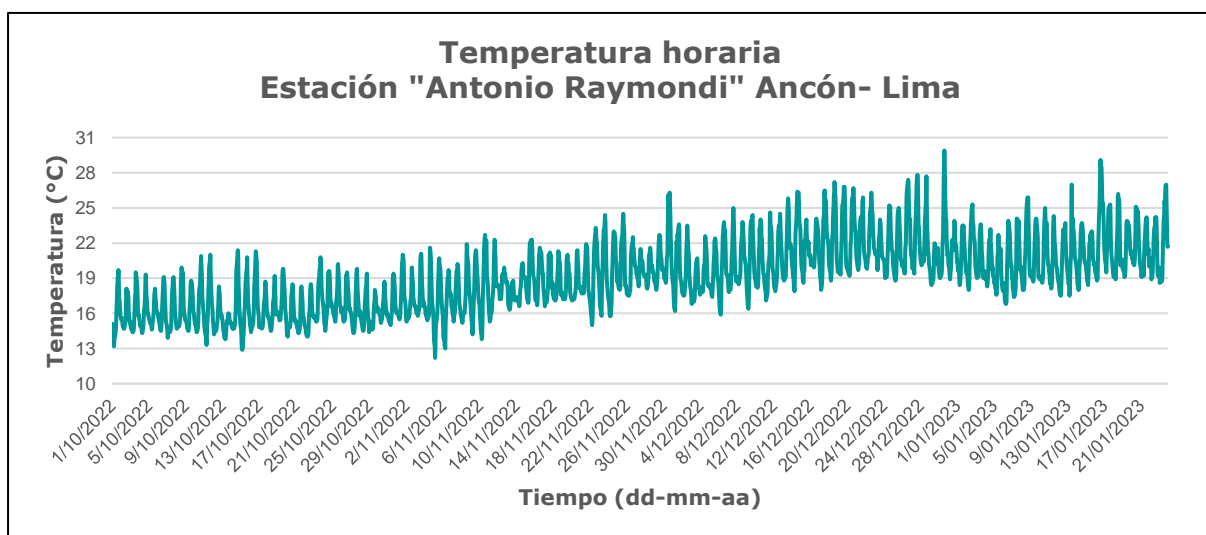
Fuente: Datos del FES, 2014. consultado en <https://www.aviso.altimetry.fr/es/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2014.html>

Figura 4 La Figura 4 y Figura 5 muestran la temperatura horaria en las estaciones de Antonio Raymondi y San Martín de Porres. En este caso, se toma el periodo de tres meses correspondiente a noviembre, diciembre y enero de 2023. Ambas estaciones muestran registros sin valores de temperatura extremos y con la oscilación diurna típica, la mayor variación de registro se da el día 20/12 (estación Antonio Raymondi); a su vez, el registro de temperaturas aumenta con el comienzo de la estación de verano.



Fuente: Datos del FES, 2014. consultado en <https://www.aviso.altimetry.fr/es/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2014.html>

Figura 4 Temperaturas horaria (octubre-diciembre 2022 y enero 2023) registradas en la estación meteorológica San Martín de Porres.

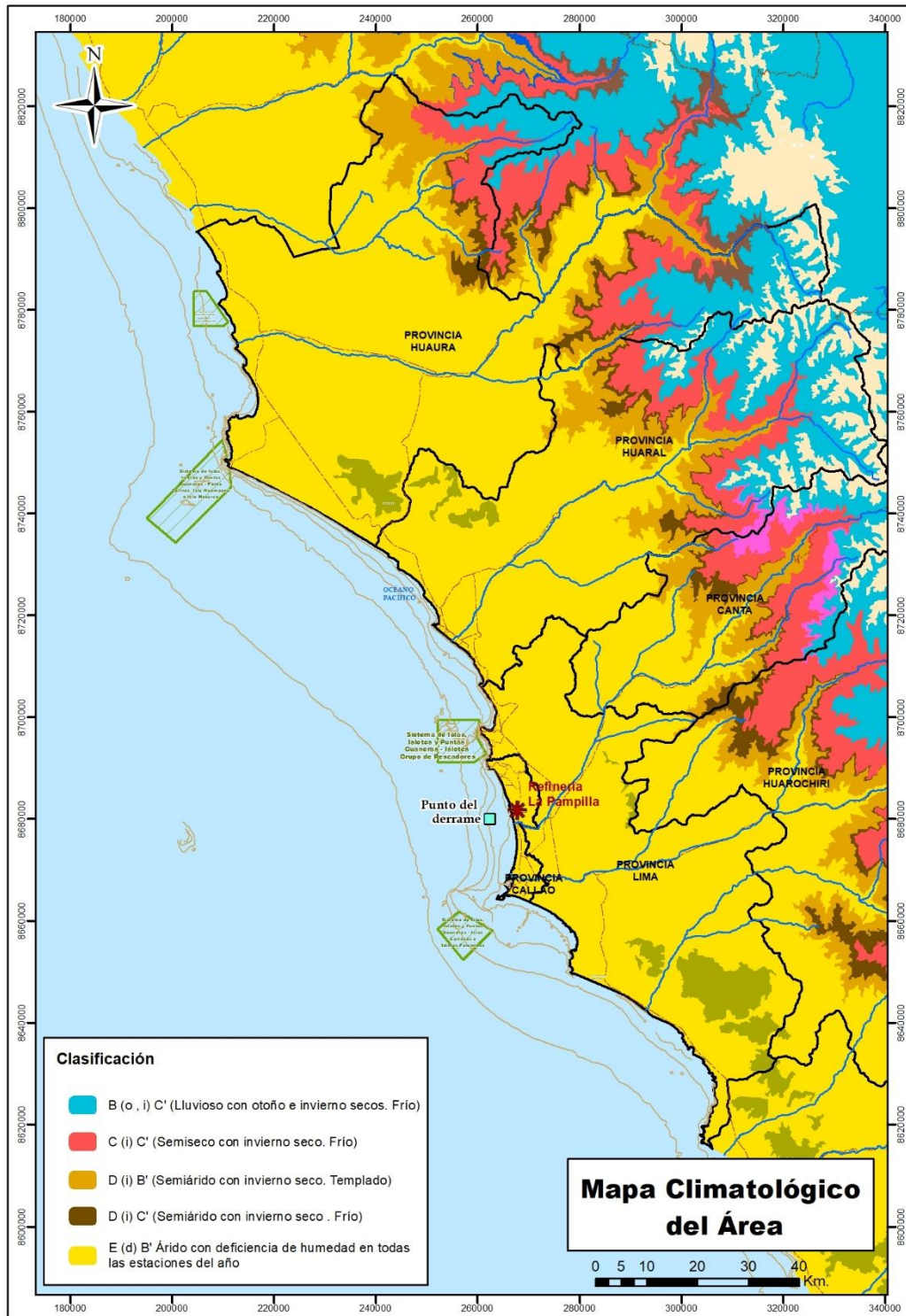


Fuente: Datos del FES, 2014. consultado en <https://www.aviso.altimetry.fr/es/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2014.html>

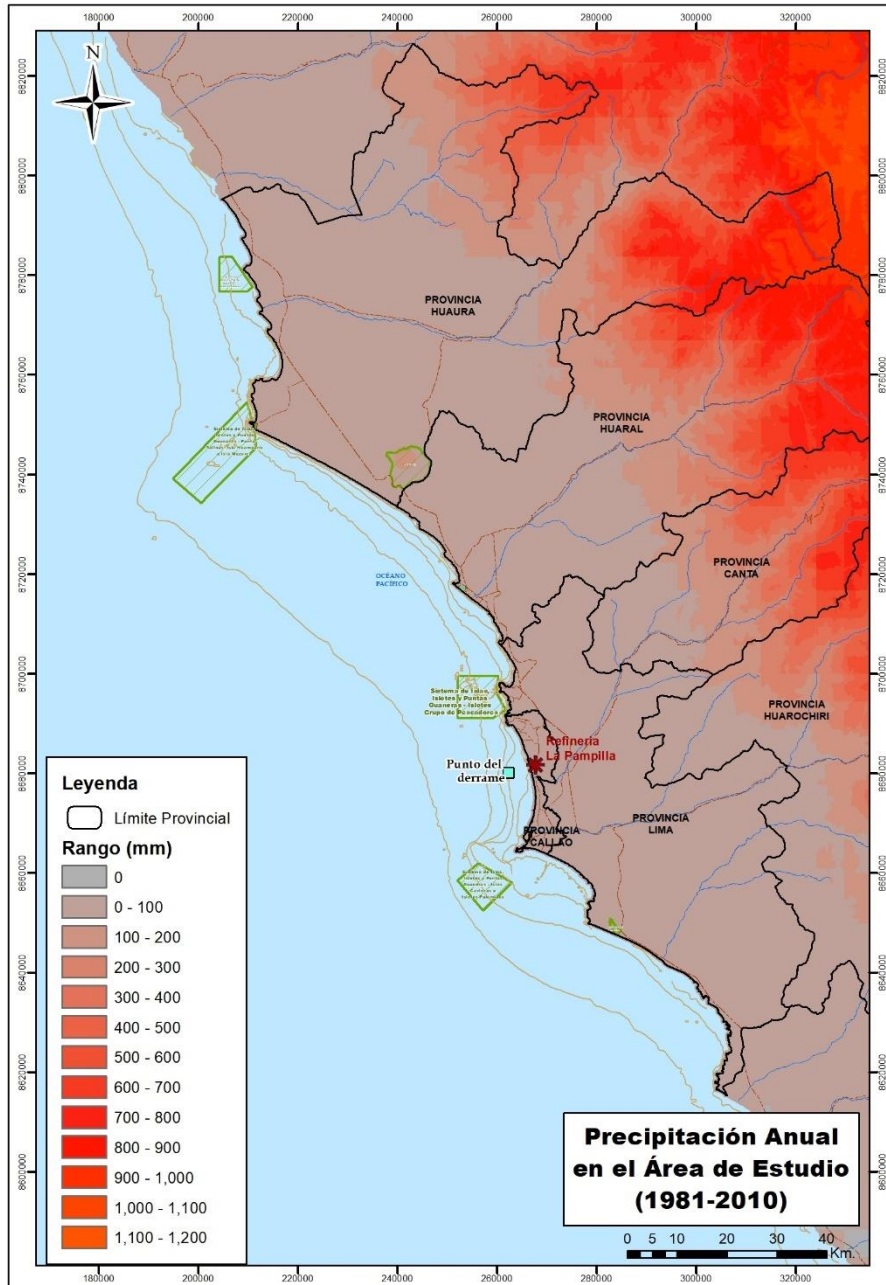
Figura 5 Temperaturas horaria (octubre-diciembre 2022 y enero 2023) registradas en la estación meteorológica Antonio Raymondi.

5.1.3 Clima y precipitación

El clima predominante del área de monitoreo y que predomina principalmente en la región costera del Perú, hasta aproximadamente los 1500 m.s.n.m, es el tipo E(d)B' ((SENAMHI, 2022), correspondiente con la clasificación de clima árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, y templado (ver Figura 6). El área de monitoreo presenta un clima predominantemente árido con deficiencia de humedad (SENAMHI, 2022), el promedio anual de precipitación puede variar entre 0 a 100 mm anuales, acorde a lo indicado en la Figura 7 considerando el periodo climatológico 1981-2010. La costa centro y sur de Perú presenta un clima influenciado por la corriente de Humboldt, con temperaturas promedio anuales de 18,2°C, y variaciones de entre 13°C-26°C, y escasas lluvias que van desde 0-50mm anuales (MINAM, 2015).



Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2021)
Figura 6 Mapa Climatológico del Departamento de Lima.



Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2022)

Figura 7 Precipitación anual (mm) para la Costa de Lima periodo climatológico 1981-2010.

Las estaciones San Martín de Porres y Antonio Raymondi (ver Tabla 1) registra temperaturas y precipitaciones horarias, temperatura máxima y mínima, entre otros. En cuanto a la precipitación, considerando los meses de noviembre, diciembre y enero 2023, la estación San Martín de Porres registró un valor máximo horario de 60,6 mm/hr considerado posiblemente un outlier¹, y un valor promedio de precipitación horaria para este periodo de tiempo de 0,33 mm/hr, siendo un valor bajo típico de los valores registrados en el área. A su vez, la estación Antonio Raymondi de Ancón registró valores de 0 mm/hr para la precipitación horaria para estos tres meses indicando la poca precipitación que caracteriza a la zona.

¹ Valor atípico

La estación de Lomas de Lachay, distrito de Huacho, registra valores de precipitación por día, para el mismo periodo de los últimos tres meses considerados previamente, se obtuvo un valor máximo de precipitación de 1 mm/día y un valor medio de 0,18 mm/día.

5.2 Características oceánicas

5.2.1 Batimetría

La batimetría del área de monitoreo se presenta en la Figura 8. En las zonas asociadas a las bahías, como Bahía Ancón o Bahía Callao, la profundidad presenta pendientes más suaves indicadas a través de la mayor distancia entre las isobatas. Las profundidades registradas en las zonas de bahías presentes en el área de afectación potencial presentan profundidades someras, que no exceden los 20 m de profundidad a 5 km de la costa.

La evaluación ecológica rápida (ERR) llevada adelante entre el 03 y 10 de marzo de 2022, registraron en la zona de bahías presentes en el área de monitoreo, profundidades de entre 5 m a 20 m a lo largo de un recorrido de hasta 1000 m de distancia de la costa. Mientras que la región insular, y en la zona de bahías se presentan profundidades que no exceden los 60 m de profundidad.

La Figura 8 muestra que en las zonas con variaciones en la geomorfología de la costa, así como pequeños cabos, las isobatas se encuentran más cercanas entre sí, indicando una gradiente muy marcada de la batimetría (mayor variación en la batimetría), por ejemplo, la zona de Playa Bahía Blanca, Playa Club Naval de Ancón, Puerto Chancay y Playa Punta Salinas. Por otro lado, se puede observar que las profundidades mayores a 50 metros, en gran parte del área de monitoreo, se encuentran a más de 8-10 km de la costa aproximadamente; salvo en las regiones insulares, donde se observa zonas de profundidad mayor a 50 m cerca de la costa. De esta forma, en general gran parte del área de monitoreo presenta profundidades menores a 60 m.

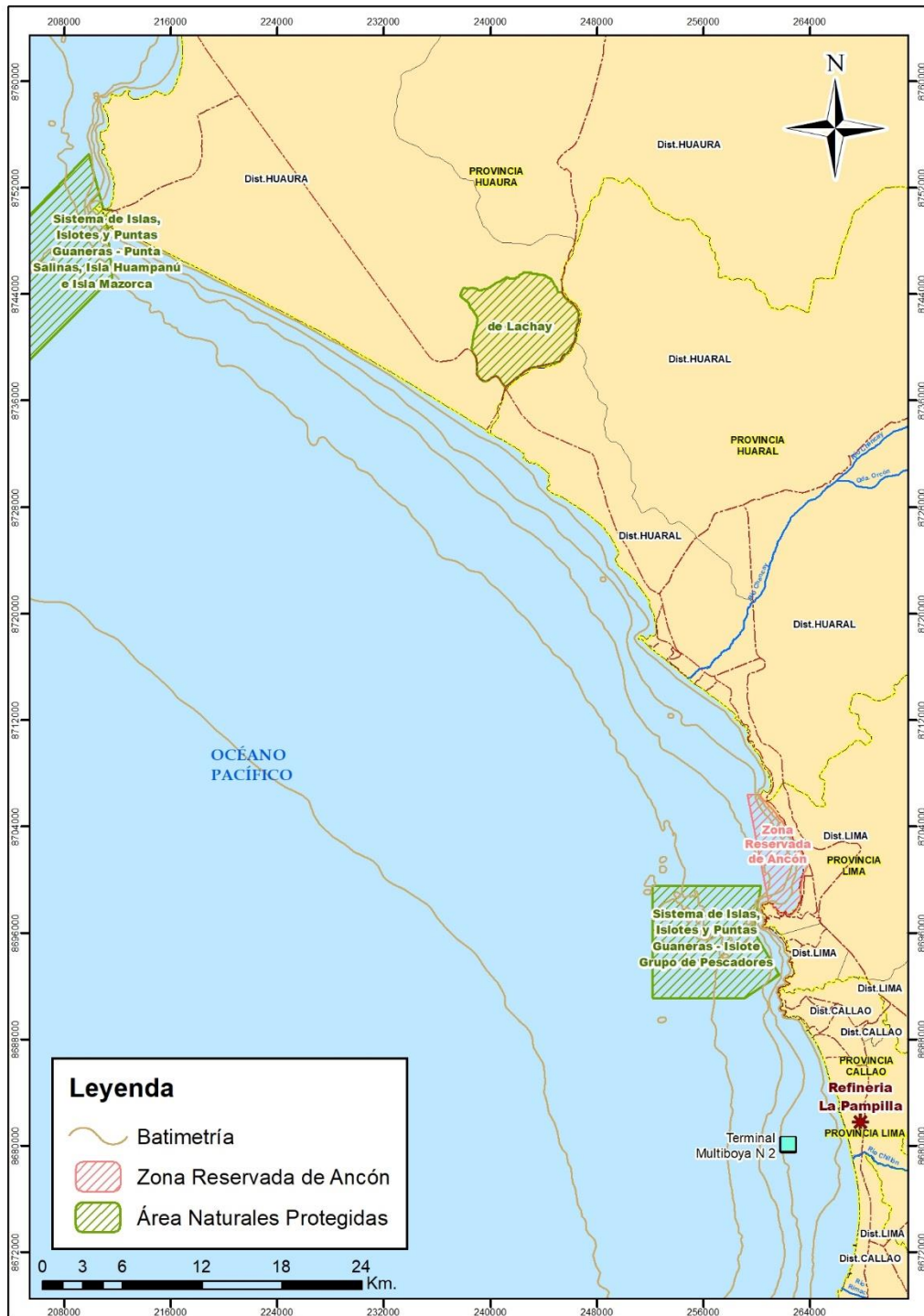
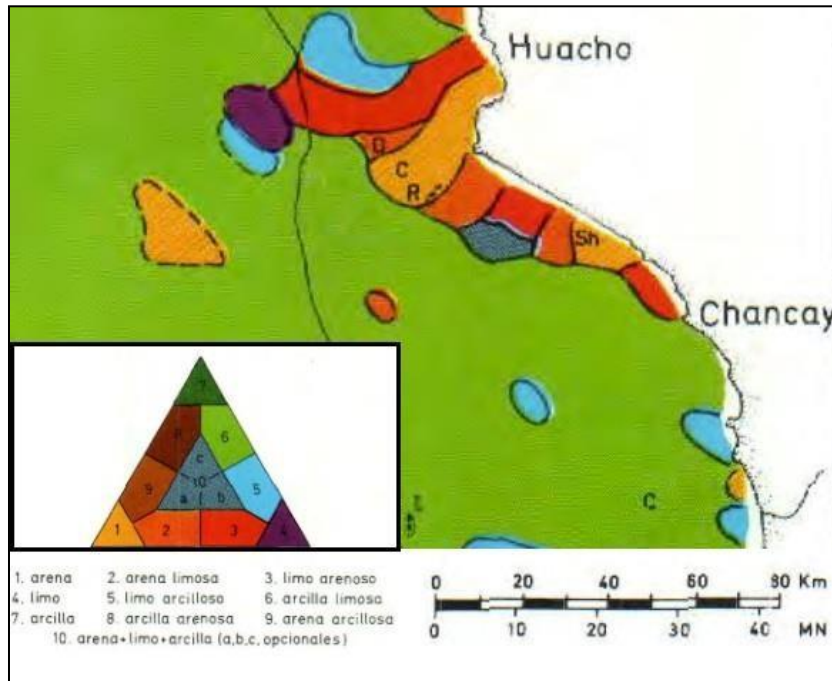


Figura 8 Batimetría del área de monitoreo.

5.2.2 Sedimentos superficiales de fondo marino

El área de monitoreo se encuentra circunscrita sobre una plataforma continental de aproximadamente 40 km de ancho donde se distribuyen los sedimentos con diferencias de tamaños desde la costa hacia la plataforma externa. Estos sedimentos son influenciados por las corrientes marinas paralelas a la costa, en dirección sur a norte, que los llevan en suspensión y los redistribuyen (Cornejo *et al.*, 2009).

Como se observa en la Figura 9, los sedimentos superficiales del fondo marino en el área de desplazamiento del hidrocarburo son predominantemente de tamaño finos, clasificados como arcillas limosas, con presencia de arenas hacia la zona de Ventanilla, y en la zona comprendida entre Chancay y Punta Salinas. Así mismo, se identifican fondos rocosos dispersos en esta región, que frecuentemente alcanzan la superficie del mar como islas e islotes.

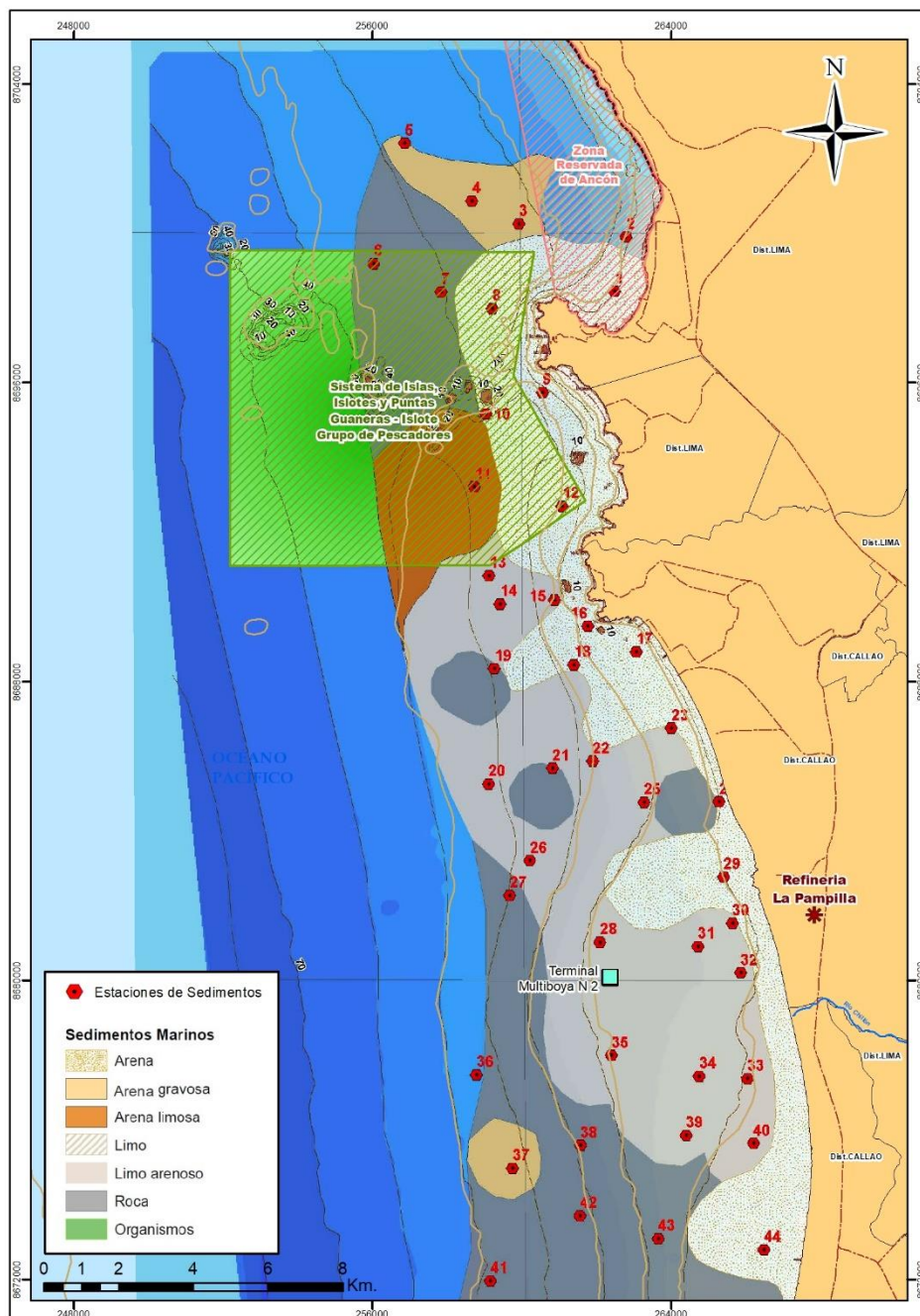


Fuente: Adaptado de Delgado *et al.*, 1987

Figura 9 Sedimentos superficiales en el área de monitoreo.

Según la clasificación con el método Folk, donde se representan los sedimentos en 14 clases distintas donde predominan la grava, la arena, el limo y la arcilla, y son clasificados según el elemento que tiene mayor influencia en su comportamiento. La zona sur del área de monitoreo, desde el punto de derrame hasta el Humedal de Ventanilla y playa Caveró, asociadas a la región de Ventanilla, se caracteriza por el predominio de sedimento areno-limoso y la arena con distintos grados de composición.

A su vez, hacia el norte en la Bahía de Ancón, parte de la playa Caveró hasta playa Chacra y Mar, el sedimento se encuentra conformado por arena, arena gravosa y limo, mientras que, en el Distrito de Santa Rosa predomina la arena sobre las regiones más costeras (GRC, 2013). La zona norte del área de monitoreo, Punta Chancay hasta Punta Salinas y Huacho, presenta una predominancia de material grueso, con variaciones que van de arenas a arenas arcillosas, dispuestas debido a la pérdida de energía de las corrientes al encontrarse con las costas de la provincia de Huaura. La Figura 10 muestra la clasificación zonal de los sedimentos superficiales del fondo marino en parte del área de monitoreo. A lo largo de la costa se puede observar de manera relativamente homogénea la composición de sedimentos limo -arenoso y arena, mientras que en dirección oceánica la clasificación zonal de sedimentos presenta mayor variación en el tipo de sedimento superficial.

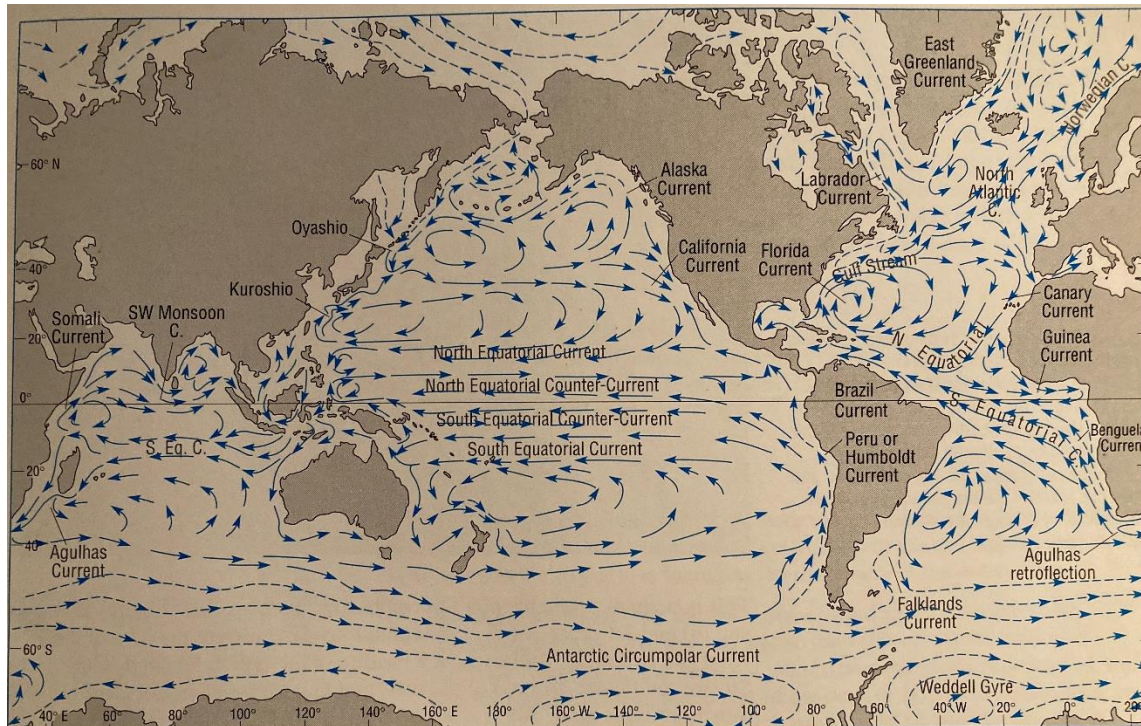


Fuente: Adaptado de Delgado *et al.*, 1987.

Figura 10 Clasificación zonal de sedimentos superficiales del lecho marino en parte del área de monitoreo.

5.2.3 Corrientes

El Sistema de la Corriente Peruana o Corriente de Humboldt (Open University Course Team, 2002), se encuentra conformada por la corriente Costera Peruana, la corriente Oceánica Peruana, la corriente Subsuperficial Peruano-Chilena y la Contracorriente Peruana, ver Figura 11 (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2015).

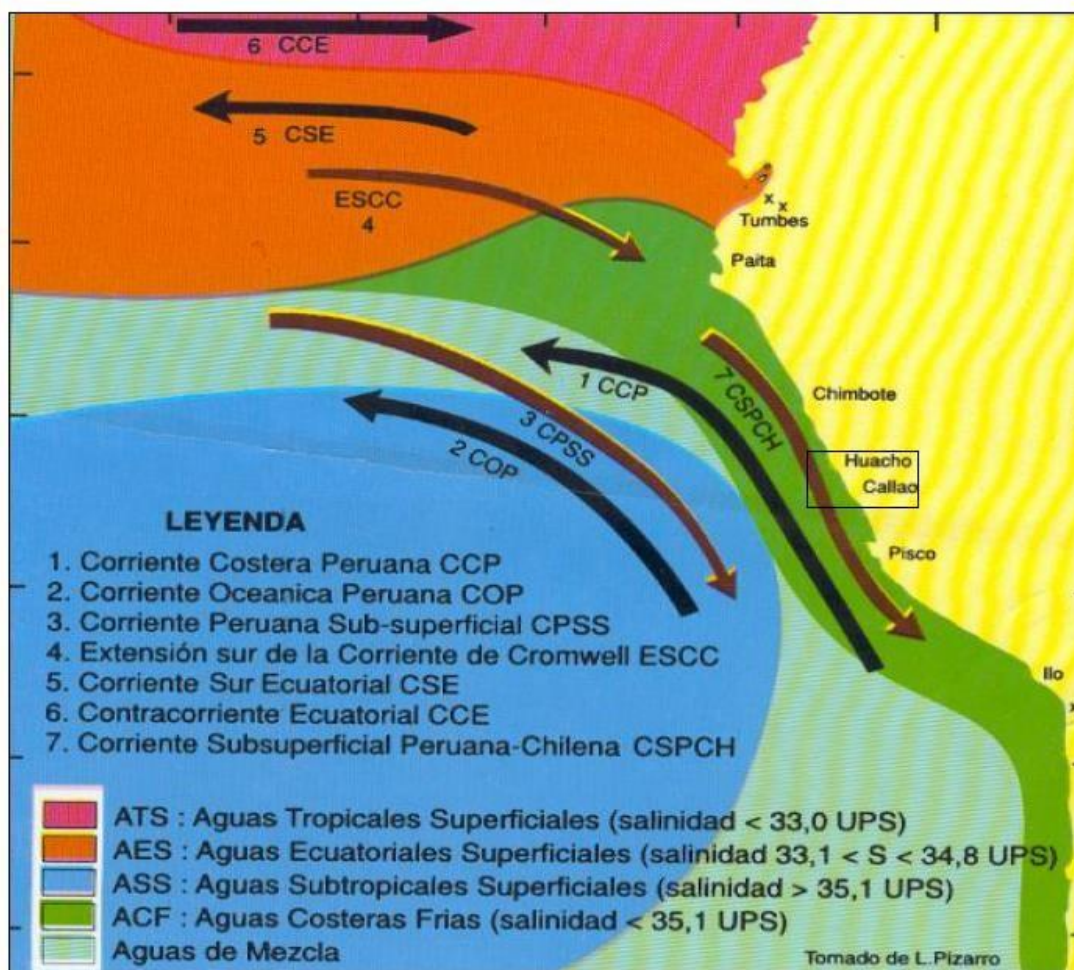


Fuente: Open University Course Team, 2002

Figura 11 Corrientes a nivel global.

La Corriente Costera Peruana tiene dirección al Ecuador, paralela y cercana a la costa hasta la altura de punta Aguja en verano, dónde se desvía hacia el oeste, mientras que, en la estación de invierno, una parte de esta corriente llega a las costas del extremo norte del Perú en su recorrido. Por otro lado, la Corriente Oceánica del Perú fluye inicialmente hacia el norte, para luego desviarse hacia el oeste, a la altura de la isla Lobos de Afuera y formar parte de la corriente Surecuatorial. Se caracteriza por un flujo de agua subantártica fresca y relativamente fría que se extiende a lo largo de la costa oeste del continente (SENAMHI, 2021). La Contracorriente Peruana, fluye hacia el sur entre la Corriente Costera y la Corriente Oceánica Peruana. Entre abril y noviembre, los vientos dominan sobre el flujo hacia al norte, de tal manera, que la corriente se hace subsuperficial; contrariamente, en verano, frente a vientos más débiles, dicha corriente es más superficial. Asimismo, la Contracorriente Subsoperficial peruano-chilena fluye hacia el sur, por niveles inferiores a las corrientes descritas previamente; Zuta & Guillen, 1970). La Figura 12 muestra una ilustración de las masas de aguas superficiales y subsuperficiales de la costa peruana.

Las corrientes del Perú se encuentran influenciadas por la variabilidad interanual causada por los eventos de “El Niño Oscilación Sur – ENSO”. Cuando se desarrolla el evento El Niño, las corrientes de aguas frías se debilitan, y las anomalías que caracterizan este evento en la atmósfera favorecen el calentamiento del mar peruano y del Pacífico ecuatorial, afectando el tiempo usual de la costa a un clima anómalo más cálido y lluvioso (SENAMHI, 2021). Durante los eventos de La Niña, ocurre lo contrario, se intensifican los vientos en superficie del océano Pacífico y se produce surgimiento de aguas frías hacia el ecuador, con temperaturas más frías y aumento de humedad relativa (SENAMHI, 2021).



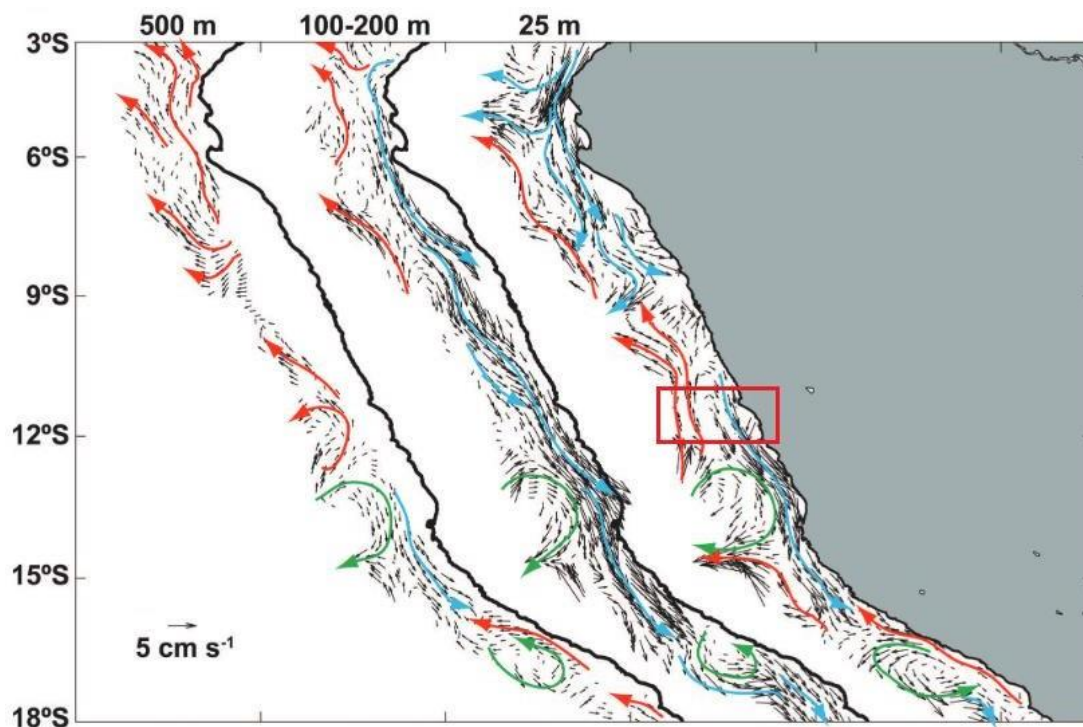
Fuente: Adaptado de L. Pizarro

Figura 12 Masas de agua superficiales y subsuperficiales

En la Fuente: Chaigneau *et al.*, 2013.

Nota: el recuadro marcado es ilustrativo a fin de delimitar el área de monitoreo.

Figura 13 se puede observar la dirección de las corrientes, dichos valores fueron obtenidos a través de un SADCP (Doppler acústico a bordo) (Chaigneau *et al.*, 2013). Las flechas rojas y azules representan esquemáticamente los flujos hacia el ecuador y hacia los polos, respectivamente. Las flechas verdes indican la presencia de características ciclónicas y anticiclónicas. En la costa del Perú, se observa las corrientes que fluctúan hacia el ecuador y los polos. Dentro del área de monitoreo, se observan características de corrientes anticiclónicas y ciclónicas generadoras de diversos movimientos variados de corriente. Se observa que entre las latitudes 11°S y 16°S existe un flujo hacia el polo de $10\text{--}15\text{ cm/s}$ y está asociado con la superficie cercana a la Corriente Peruano-Chilena, que exhibe valores similares en esta región.



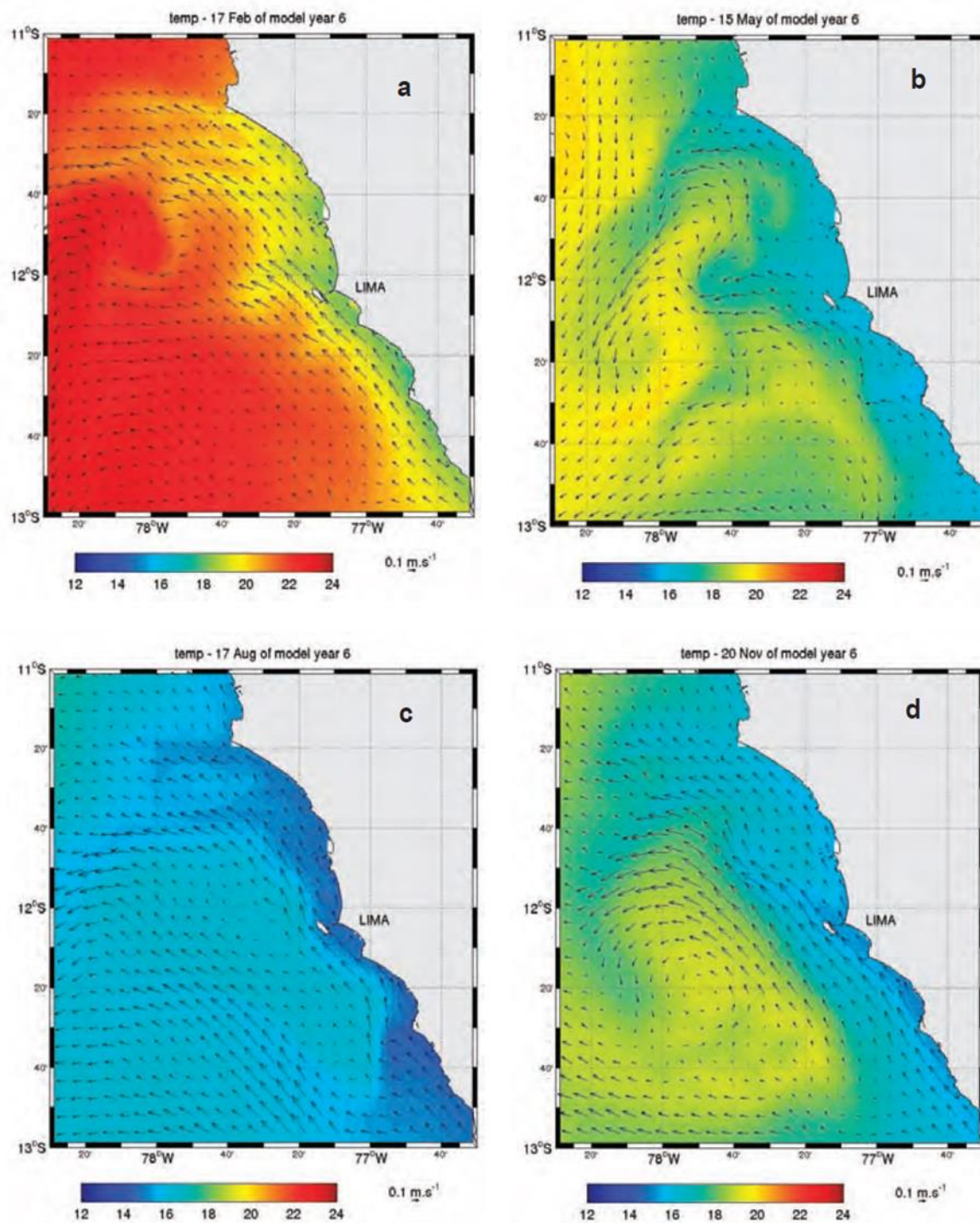
Fuente: Chaigneau *et al.*, 2013.

Nota: el recuadro marcado es ilustrativo a fin de delimitar el área de monitoreo.

Figura 13 . Corriente media obtenida de la interpolación de perfiles SADCPC a 25 m, entre 100m y 200 m y 500 m de profundidad

Correa *et al.* (2008), realizó un estudio de modelado de circulación marina en la Bahía del Callao. Los autores utilizaron el modelo ROMS (Regional Oceanic Model System) para simular la circulación marina, teniendo en cuenta las variaciones estacionales climatológicas y considerando la dirección e intensidad de los forzantes de viento. En la Figura 14, se muestra la variación espacial climatológica de las corrientes en las costas del Perú en los meses de (a) febrero; (b) mayo; (c) agosto y (d) noviembre. La Figura 12 comprende el área de monitoreo donde se observa la Corriente Costera Peruana con dirección al norte, próxima a la costa, e interactuando con el dominio de la bahía (Zuta & Guillen, 1970). La dirección predominante del flujo de corriente sigue la dirección predominante del viento en la región, la cual presenta variaciones debido a la interacción de la topografía compleja de la zona. A su vez, en las zonas más oceánicas se puede observar la presencia de remolinos.

Las corrientes ingresan a Bahía Callao en dirección al norte, separándose en dos flujos por la presencia de la Isla San Lorenzo. Cerca de la costa, las intensidades de las corrientes son menores y muestran una dirección predominante nor-noroeste. Para el caso de la estación de invierno, el patrón de circulación en el área de afectación no es tan predominante.



Fuente: Adaptado de Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019

Nota: Las líneas horizontales son ilustrativas a fin de separar las divisiones.

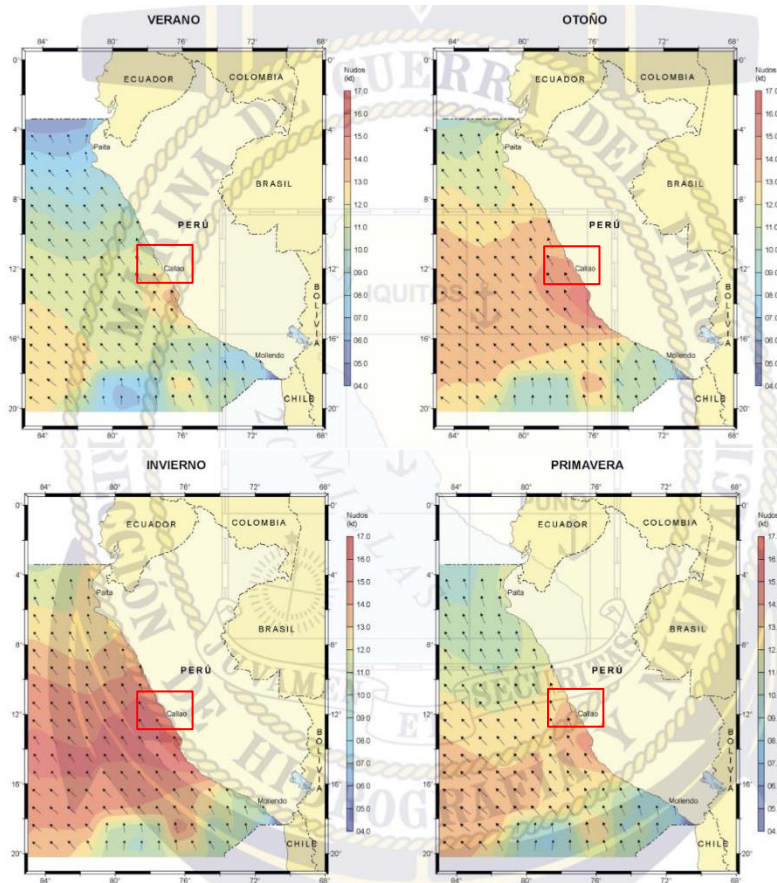
Figura 14 Variación espacial climatológica de las corrientes en las costas del Perú en los meses de (a) febrero; (b) mayo; (c) agosto; (d) noviembre.

5.2.4 Vientos

El viento a lo largo del litoral peruano presenta variaciones espacio-temporales. Las condiciones atmosféricas al norte de los 5°S se relacionan principalmente con el desplazamiento estacional de la zona de convergencia intertropical, mientras que hacia el sur el viento paralelo a la costa es generado

por el Anticiclón del Pacífico Sur y el gradiente de presiones con el continente. Por tanto, la mayor intensidad de los vientos se observa entre Pisco (14°S) y San Juan (16°S) (Correa *et al.*, 2020).

La Figura 15 muestra la Climatología Anual del Viento en diferentes estaciones del año. La información es obtenida de cruceros oceanográficos de DIHIDRONAV para el periodo 1994-2014 y de las boyas ARGO para el periodo 2000—2014 (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019). Se observa que, en los meses pertenecientes a la estación de verano, se presentan corrientes de viento más moderadas, con valores que fluctúan entre los 12 y 14 nudos. En el área de monitoreo, se puede observar que las corrientes fluctúan de igual manera entre los 12 a 16 nudos observándose esta constante en toda la región centro a lo largo del año.



Fuente: Adaptado de DHN, 2019)

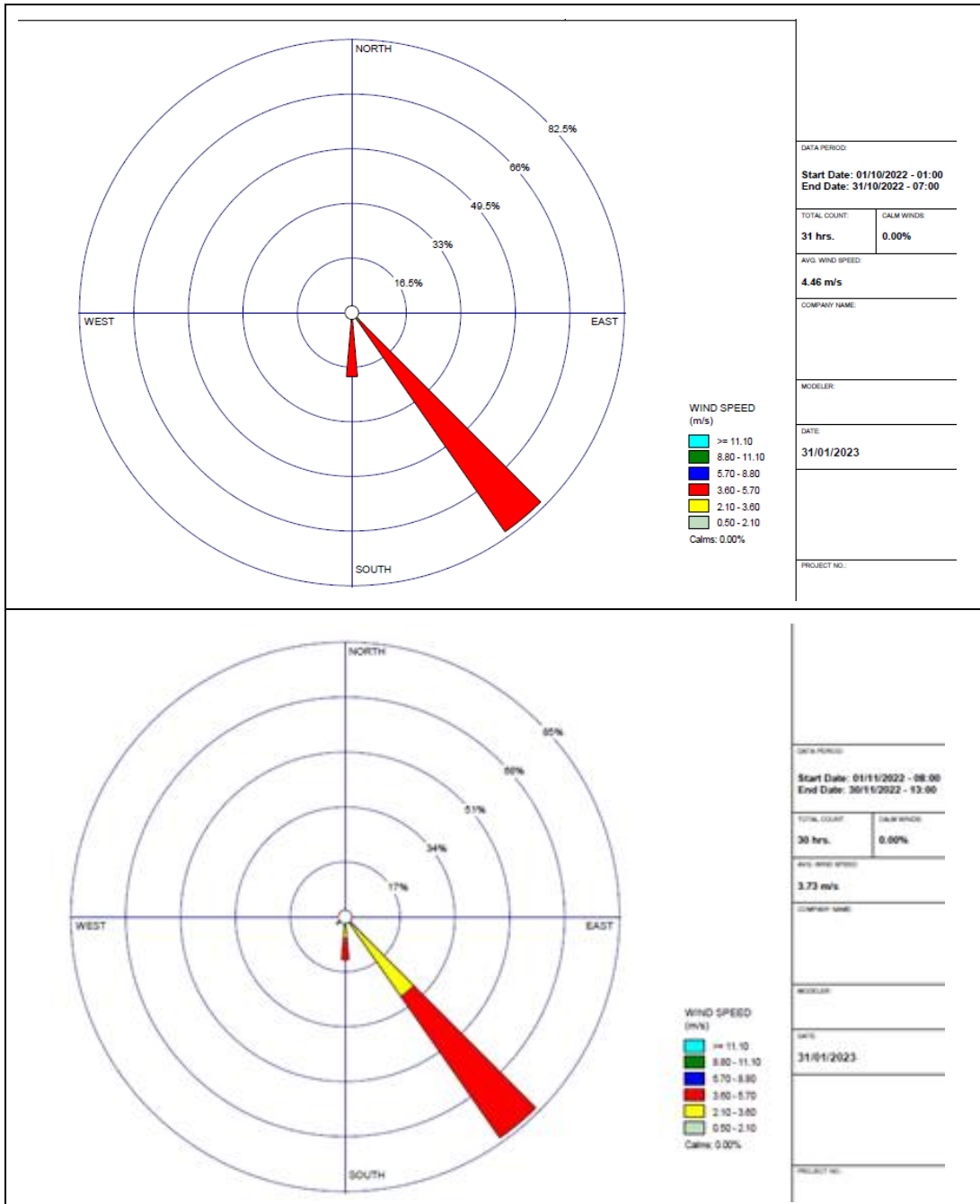
Nota: los recuadros marcados son ilustrativos a fin de delimitar el área de monitoreo.

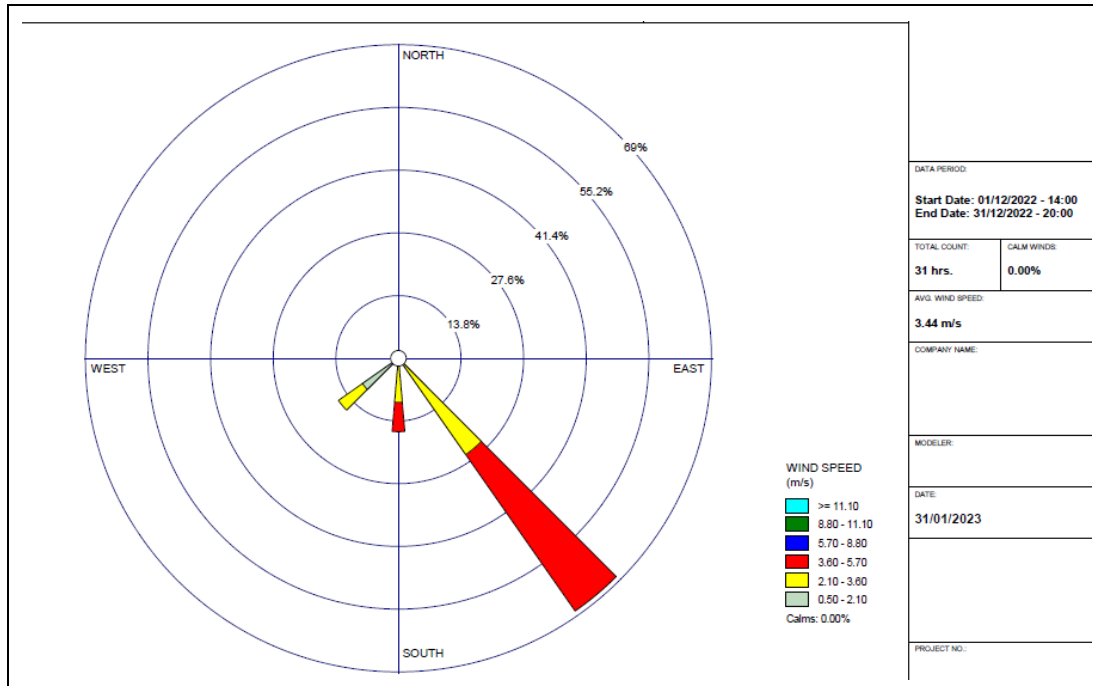
Figura 15 Climatología Anual del Viento.

En particular, se lleva a cabo un análisis del viento en la zona, específicamente con información de la Bahía de Ancón obtenida de WINDGURU (2023) considerando los datos del GFS 13 km². En particular se consideró el promedio de la velocidad diario y la dirección de mayor frecuencia. Para los vientos en el área de monitoreo predominantemente provienen del Sureste. Esto se puede corroborar con la Figura 16, donde se muestra la rosa de vientos. Esto con una velocidad predominante de entre 4 y 6 m/s para los tres meses, aunque se puede observar que para noviembre y diciembre también tenemos vientos de 2-4 m/s.

² Forecast based on global GFS model with 13 km resolution. Updates 4 times per day and offers forecast for 10 days. GFS model covers the entire world.
Data source: **NOAA** (American weather service)

Es importante mencionar que estos gráficos son una proyección con datos de mayor frecuencia por día y el promedio diario de la velocidad, por lo que pueden tener un error por el número de datos contemplados.

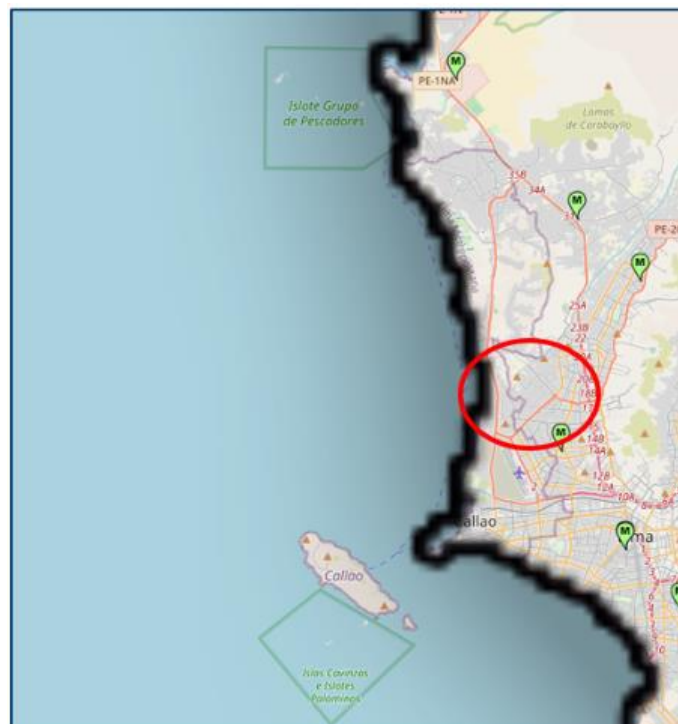




Fuente: WINDGURU, 2023

Figura 16 Rosa de vientos para el área de monitoreo para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022.

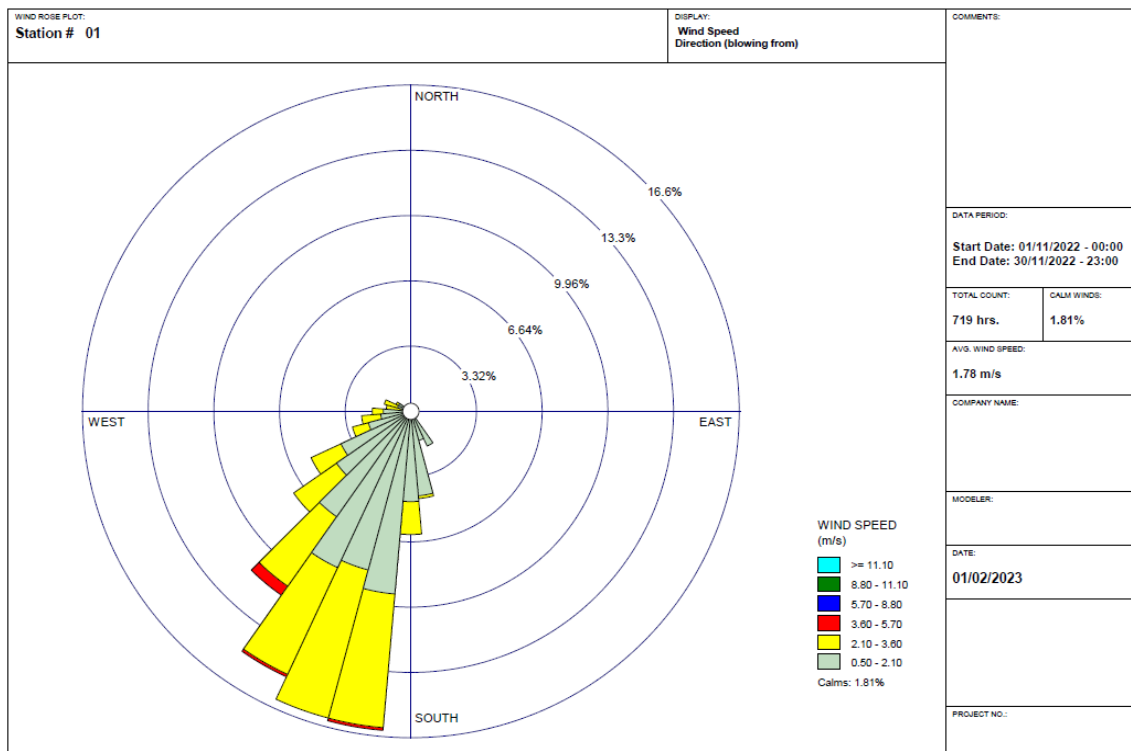
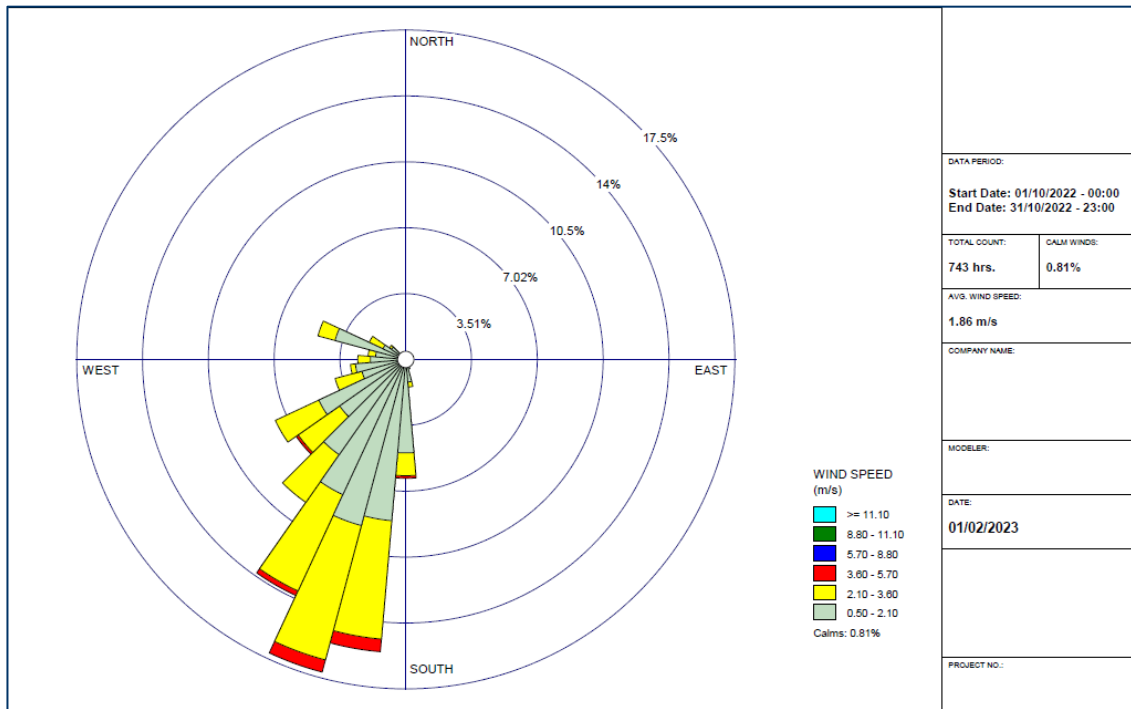
Por otro lado, también se realizó un análisis con los datos obtenidos del SENAMHI (2023) para los meses de octubre, noviembre y diciembre. En particular se obtuvieron los datos de la Estación San Martín de Porres, ubicada en la Provincia de Lima, Distrito San Martín de Porres, ubicada en la Latitud: 12°0'32" S y Longitud: 77°5'4.1" W (Figura 17), frente al aeropuerto de Lima, Perú.

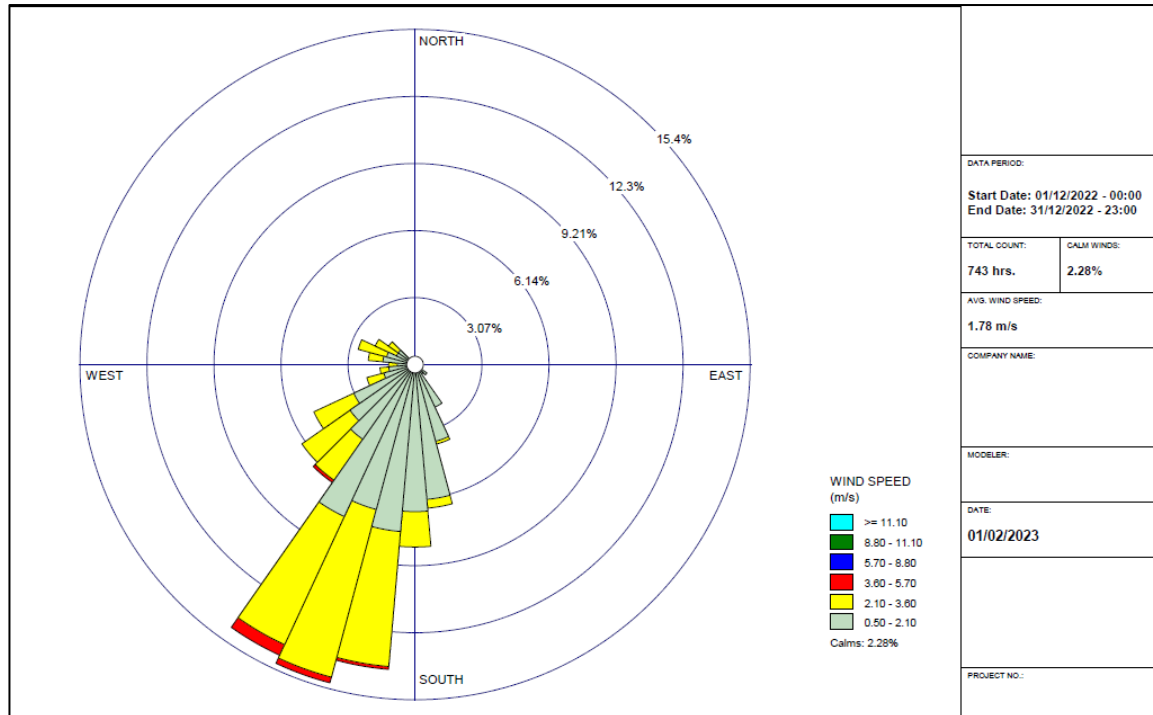


Fuente: SENAMHI, 2023

Figura 17 Ubicación de la estación San Martín de Porres. Señalado con el círculo rojo.

En la Figura 18 se puede observar como los vientos en esta estación provienen predominantemente del Sur-Sureste, con una mayor frecuencia en velocidades entre los 2-4 m/s y los 0.5-2 m/s para los tres meses de monitoreo.





Fuente: SENAMHI, 2023

Figura 18 Rosa de vientos para la estación San Martín de Porres, registros de octubre, noviembre y diciembre, 2022.

Se puede concluir que la diferencia entre una estación y la otra se debe a que Windguru es un modelo global común a resolución de 13 km y la estación de San Martín de Porres es una estación meteorológica automática. Además, la estación de Windguru se encuentra en la Bahía de Ancón, dentro de la Bahía y la estación de San Martín se encuentra en tierra.

Con estos dos se puede determinar que para el área de monitoreo los vientos provienen predominantemente del Suroeste-Sur-Sureste, con velocidades de entre 2 y 6 m/s, dependiendo de la ubicación.

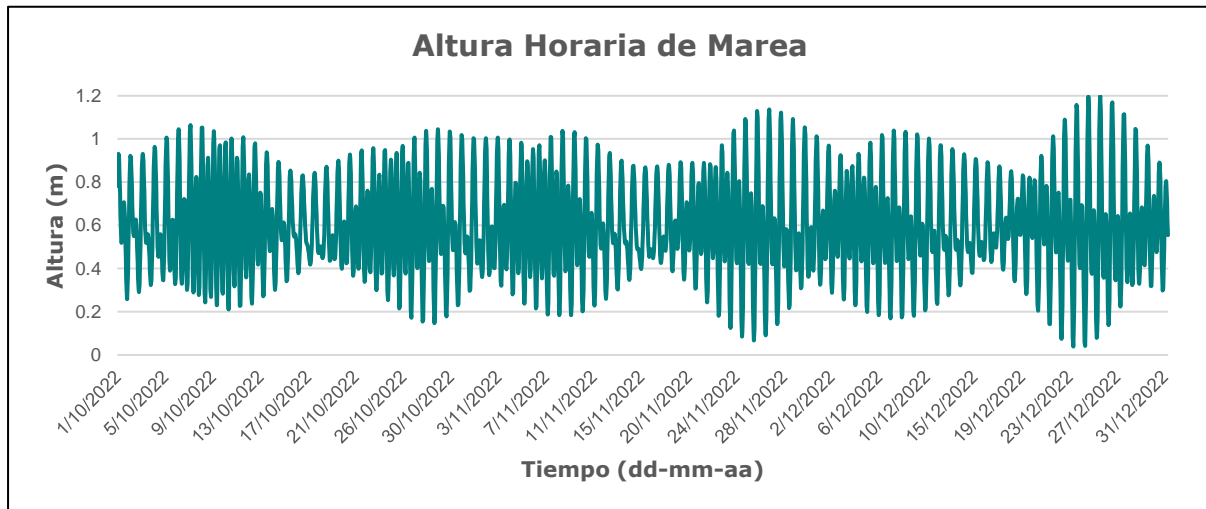
5.2.5 Mareas

Las mareas que se producen en las costas del Perú responden al tipo mixto preponderantemente semidiurno, de manera, que presenta dos pleamares y dos bajamares por día, con una desigualdad diurna y poco influenciado por el régimen oceánico (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2015, 2019).

La Figura 19, Figura 20 y Figura 21 muestran las alturas horarias de marea para tres posiciones en el área de monitoreo (altura Refinería-La Pampilla, desde playa Infantería hasta Punta Salinas y Huacho). Las alturas horarias fueron obtenidas del modelo global de marea FES 2014 (*FES 2014, a new tidal model on the global ocean with enhanced accuracy in shallow seas and in the Arctic region*, 2015) (Lyard *et al.*, 2021). Se observa un comportamiento similar de régimen semidiurno mixto, con desigualdad diurna en las alturas de marea.

Las alturas se encuentran referidas a un valor de nivel medio del mar de 60 cm; este valor se obtuvo de manera preliminar de las Tablas de Mareas provistas por la DHN. Se puede observar, que los valores oscilan entre 1.2 m y 0.1 m, y registran mayor amplitud para el mes de diciembre, que se observa con mayor intensidad en el punto correspondiente desde la playa Infantería hasta Punta Chancay y en el punto correspondiente a la Punta Chancay hasta Punta Salinas y Huacho. El progreso de arriba de la componente armónica de marea M2, que se corresponde con la componente más

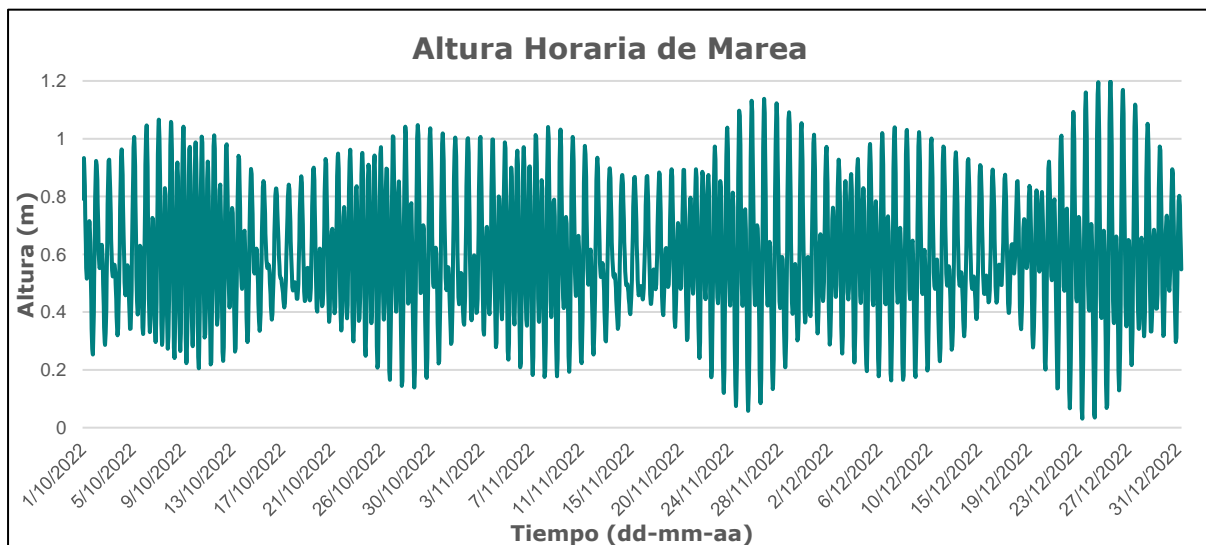
dominante, se estimaría en el mismo tiempo para todos los puntos, de manera que la pleamar y bajamar ocurren, aproximadamente, en el mismo tiempo (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019).



Fuente: <https://www.aviso.altimetry.fr/es/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2014.html>.
Elaborado por ERM, 2023

Nota: Las alturas son obtenidas del modelo FES 2014.

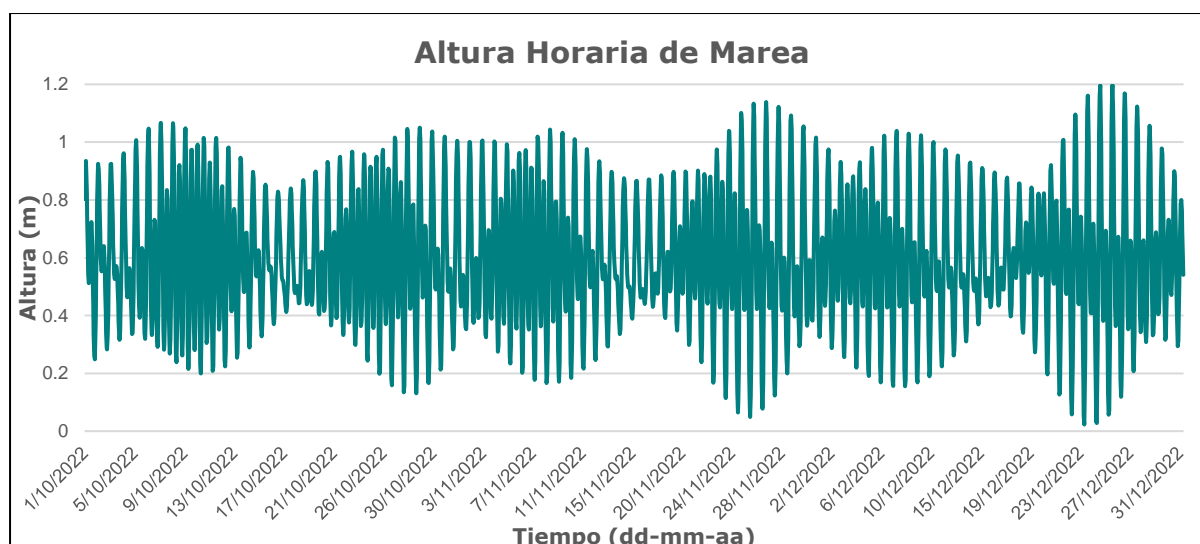
Figura 19 Altura horaria de marea para el punto 11° 56' 00" S; 77° 11' 15" O (Zona Refinería-La Pampilla).



Fuente: <https://www.aviso.altimetry.fr/es/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2014.html>.
Elaborado por ERM, 2023

Nota: Las alturas son obtenidas del modelo FES 2014.

Figura 20 Altura horaria de marea para el punto 11° 41' 15" S; 77° 15' 00" O (Zona División F-G).



Fuente: <https://www.aviso.altimetry.fr/es/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2014.html>.
Elaborado por ERM, 2023

Nota: Las alturas son obtenidas del modelo FES 2014.

Figura 21 Altura horaria de marea para el punto 11° 26' 15" S; 77° 26' 00" O (Zona División H).

5.2.6 Oleaje

El clima del oleaje frente a las costas de Perú se encuentra dominado por las olas que se generan sobre el cinturón de los vientos del oeste, que se producen entre los 40° a 60°S de latitud, y se propagan a lo largo de las costas del borde este del Océano Pacífico. Los vientos superficiales intensos asociados a los ciclones extra tropicales (núcleos de bajas presiones), son los principales generadores del oleaje incidente en las costas de Chile y Perú, y pueden alcanzar las costas de Ecuador. Las olas que llegan a las costas del Perú son generadas, principalmente, en aguas profundas; este tipo de oleaje (denominado Swell o mar de fondo), viaja grandes distancias y son aquellas que modulan la dinámica costera del Perú (Ramos *et al.*, 2017).

Asimismo, cabe resaltar que las características del litoral pueden modificar el comportamiento de las olas provenientes de aguas profundas. Estas variaciones suelen atribuirse al tipo de pendiente planicie o acantilados), al tipo de sedimento (arena, limo, arcilla, gravas y rocas) y a su relación al mar (playas abiertas o semicerradas). Por tanto, las mayores variaciones se presentan en zonas donde existen obstáculos en la costa como islas, enrocados o construcciones (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019, 2020, 2021).

La Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV), utiliza modelos numéricos de Olas para dar información a nivel Global, Regional y Costero, en distintos puntos de interés. La utilización de estos modelos pasa por un proceso de validación para su correcta implementación operacional (por ejemplo, Ramos *et al.*, 2017). A nivel nacional, los valores de alturas medias de las olas varían entre 0.16 y 5.00 m para la zona norte del país, y entre 0.80 y 5.93 m en la zona sur (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019).

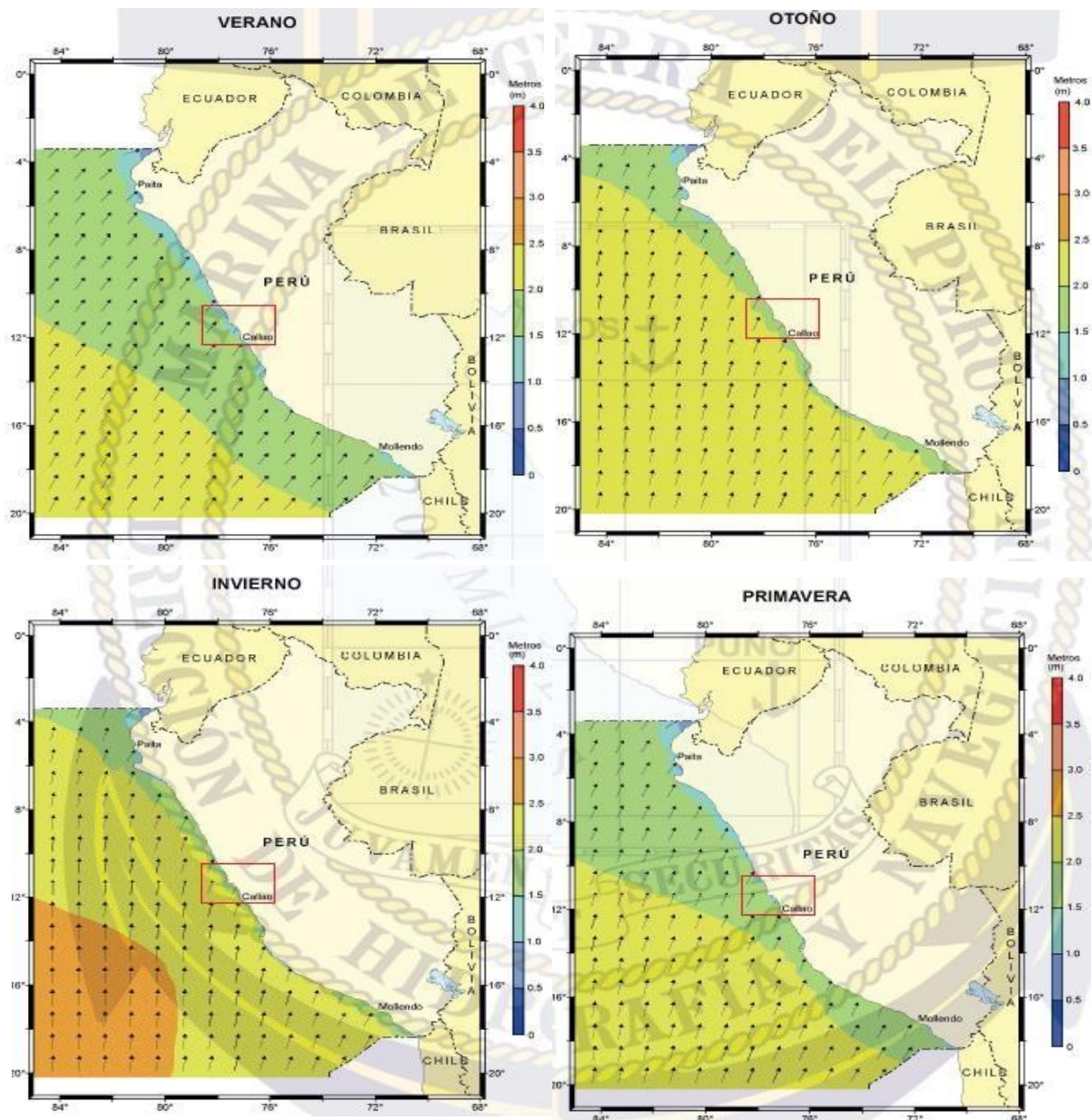
Para entender mejor, el Periodo de ola (Figura 22) se describe como el tiempo en segundos entre el paso de dos crestas sucesivas en el mismo punto, mientras que la altura de ola es la distancia entre la cresta y el valle de la ola (Dora Luz Ávila *et al.*, 2021).



Fuente: Dora Luz Ávila *et al.*, 2021

Figura 22 Características del oleaje.

La Figura 23 muestra la altura significativa de ola (H_s) y la dirección media (D_m) en la costa del Perú con la finalidad de mostrar la climatología de olas en las distintas estaciones del año. Se consideraron los datos de re-análisis del modelo Wave Watch III (WWATCH III) y la información disponible de cuatro boyas en la costa norte del Perú (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019) y la información proveniente de una boya de la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica (NOAA) para realizar la validación y calibración del modelo numérico. De la Figura, se puede observar que la dirección predominante de las olas en casi toda la región es sur-suroeste. Para el caso de la altura significativa, las alturas más altas se registran en la estación de invierno, con valores de hasta 2 m en la región que comprende el área de monitoreo, mostrando un comportamiento similar en toda la costa. Para el caso de primavera, correspondiente al periodo de estudio, las alturas registran valores más bajos que los valores climatológicos obtenidos en invierno, con alturas entre 1.5 m y 2 m, y la misma dirección predominante descrita previamente.



Nota: La paleta de colores indica la altura significativa de ola (H_s) y los vectores la dirección media (D_m).

Nota: los recuadros marcados son ilustrativos a fin de delimitar el área de monitoreo.

Fuente: Adaptado de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019

Figura 23 Climatología Estacional de Olas. Altura Significativa (H_s) y Dirección Media (D_m).

De forma más puntual, en la Figura 24 se presenta el periodo de ola (segundos) que para el área de monitoreo, en específico la Bahía de Ancón se puede determinar a través de los datos de WINDGURU, (2023) considerando los datos del GFS 13 km³, varía entre los 10 segundos y los 18. Para el mes de octubre la variación del periodo de ola va entre los 12 a los 18 segundos, en noviembre entre los 10 y los 17 segundos y finalmente para diciembre entre los 11 y los 16 segundos.

³ Forecast based on global GFS model with 13 km resolution. Updates 4 times per day and offers forecast for 10 days. GFS model covers the entire world.
Data source: NOAA (American weather service).

Por otro lado, de acuerdo a la información obtenida de la página web WINDGURU (2023), la altura de oleaje para esta bahía, considerando los datos del GFS 13 km⁴, y tomando un promedio horario del oleaje para cada día, se muestra que para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2022, la mayor altura de ola se presentó en el mes de octubre y noviembre, con una altura de 1.7 m, para los días 11 de octubre y 22 de noviembre (ver Figura 25). Para diciembre hay una tendencia a disminuir la altura de ola, siendo la mayor el día 25 de diciembre, con una altura de 1.3 m y finalmente la menor altura de ola presentada para ese periodo se presenta el 08 de noviembre con una altura de 0.8 m y el 8 y 9 de diciembre con 0.7 m.

⁴ Idem

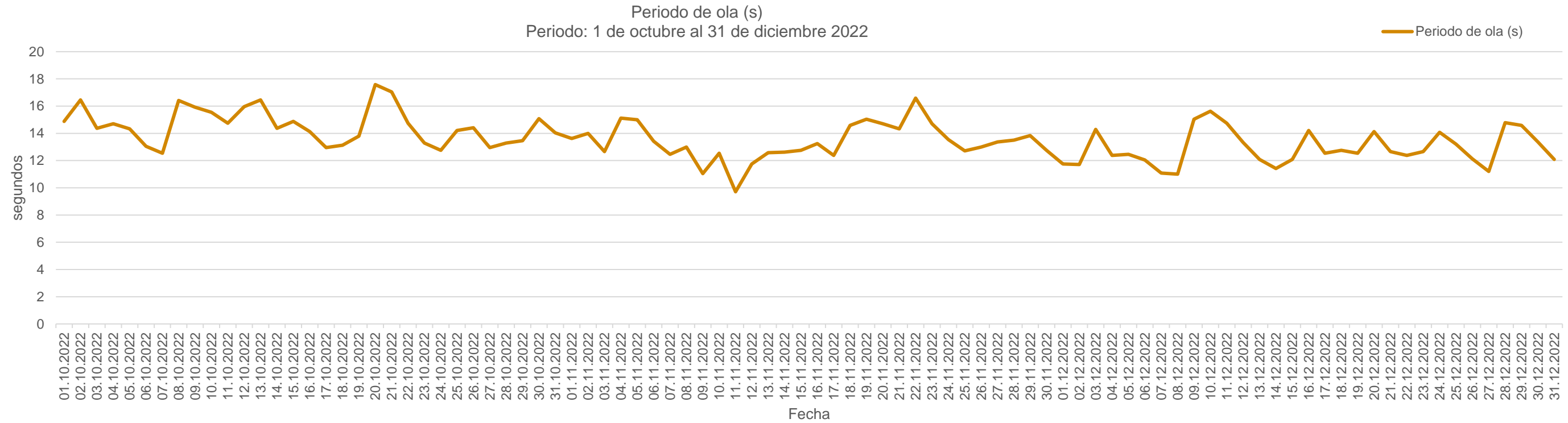


Figura 24 Promedio horario de Periodo de ola (s), de acuerdo a GFS 13 km, para el periodo de Octubre 1 a Diciembre 31 de 2022.

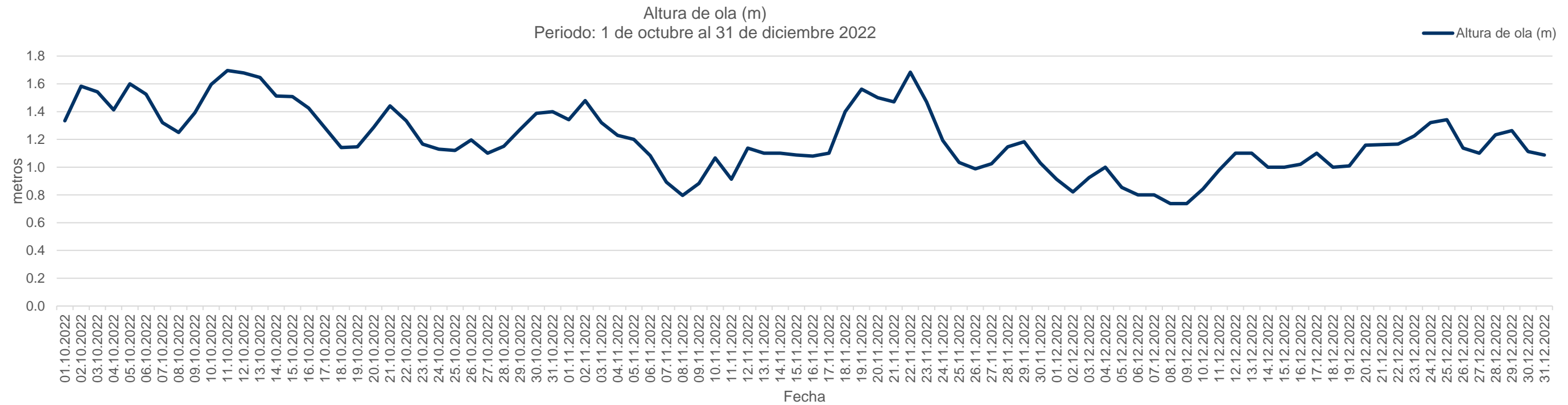


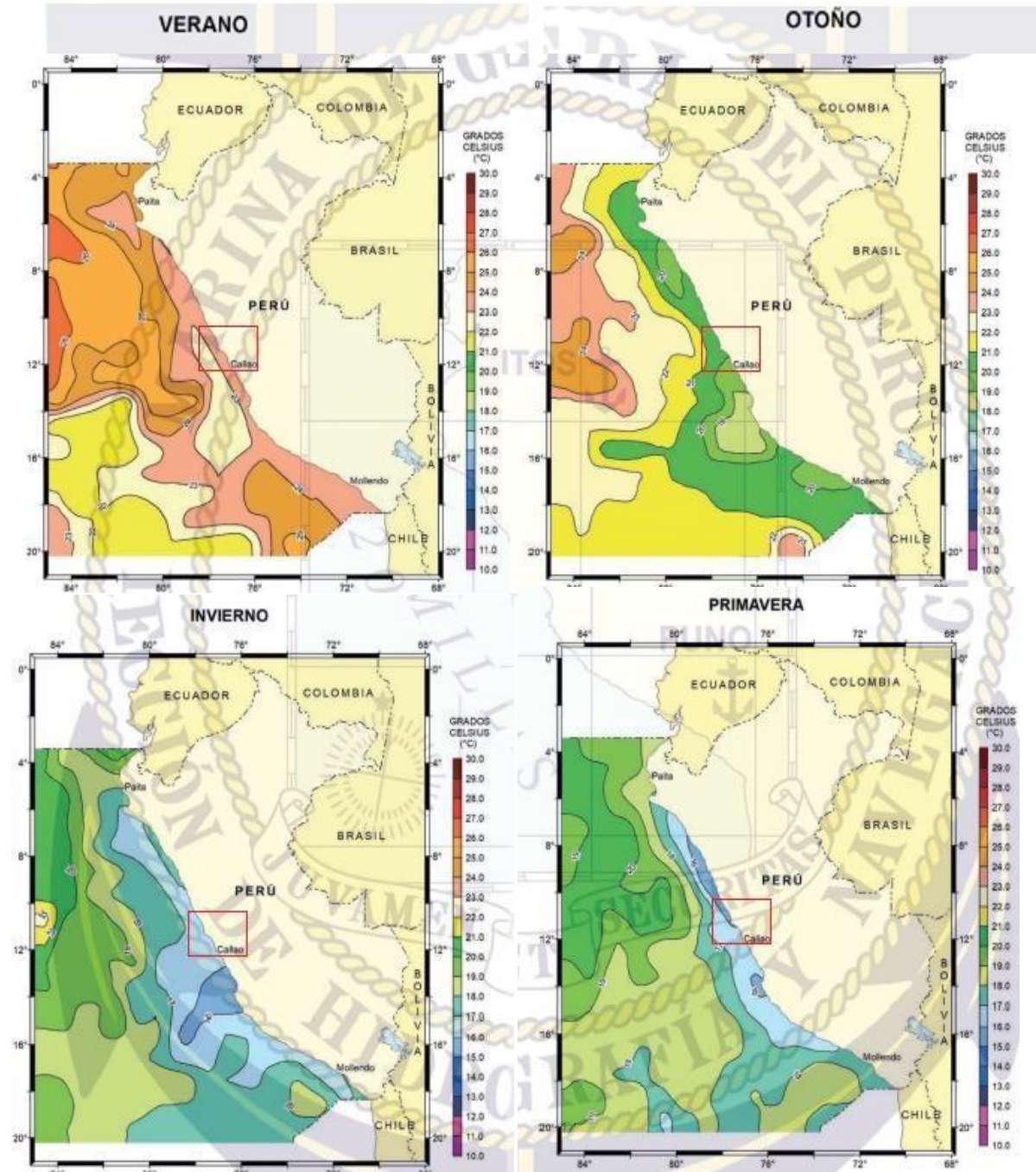
Figura 25 Promedio horario de altura de ola (m), de acuerdo a GFS 13 km, para el periodo de Octubre 1 a Diciembre 31 de 2022.

5.2.7 *Temperatura superficial del mar*

La temperatura del agua de mar (TSM) está ligada a las corrientes oceánicas y a la variación de las radiaciones solares. En el mar peruano se presentan temperaturas de 23 °C a 27 °C, y anomalías de +1 °C a +3 °C frente a las costas norte y centro del Perú. Entre otros factores que influyen estos valores se encuentra a las corrientes costera y oceánicas frías provenientes del sur del territorio, así como también el efecto del afloramiento costero que modifica las temperaturas y la intensificación de los vientos (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019; IMARPE, 2023). La TSM presenta características y una alta variabilidad a escala espacio-temporal en el mar peruano, presentando significativos gradientes zonales y meridionales que generan contrastes a lo largo de la costa.

No obstante, el mar peruano se encuentra expuesto a un gran número de cambios térmicos interanuales y estacionales, los cuales están relacionados a los fenómenos del Niño y la Niña, que según la aparición del uno o del otro, las condiciones de temperatura serán variantes (GRC, 2011).

La Figura 26 muestra la temperatura superficial del mar en diferentes estaciones del año. La información es obtenida de cruceros oceanográficos de DIHIDRONAV para el periodo 1994-2014 y de las boyas ARGO para el periodo 2000—2014 (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019). Se observa que en los meses pertenecientes a la estación de verano, se presentan las temperaturas más elevadas, con valores que fluctúan entre los 22°C y 26°C, mientras que en la estación de invierno la temperatura superficial del mar varía entre 15°C a 17°C. En el área de monitoreo, se puede observar que la temperatura superficial del mar promedio para la época de primavera rondan los 16°C a 18°C.



Fuente: Adaptado de Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019

Nota: los recuadros marcados son ilustrativos a fin de delimitar el área de monitoreo.

Figura 26 Temperatura superficial del mar.

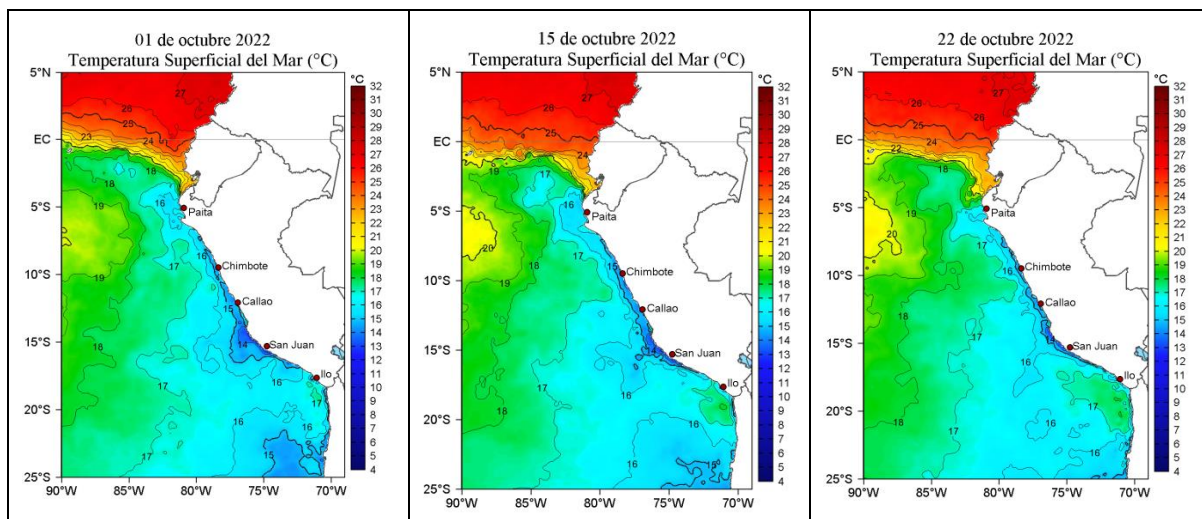
El IMARPE genera entre sus productos oceanográficos, boletines diarios oceanográficos (IMARPE-Productos). Considerando diversos boletines oceanográficos publicados entre los periodos octubre-diciembre, las características de temperatura superficial del mar en el área de monitoreo describieron características de enfriamiento anómalo persistentes, compatibles con el comportamiento de la región debido al desarrollo de La Niña, siendo la anomalía de mayor intensidad en la banda ecuatorial entre los

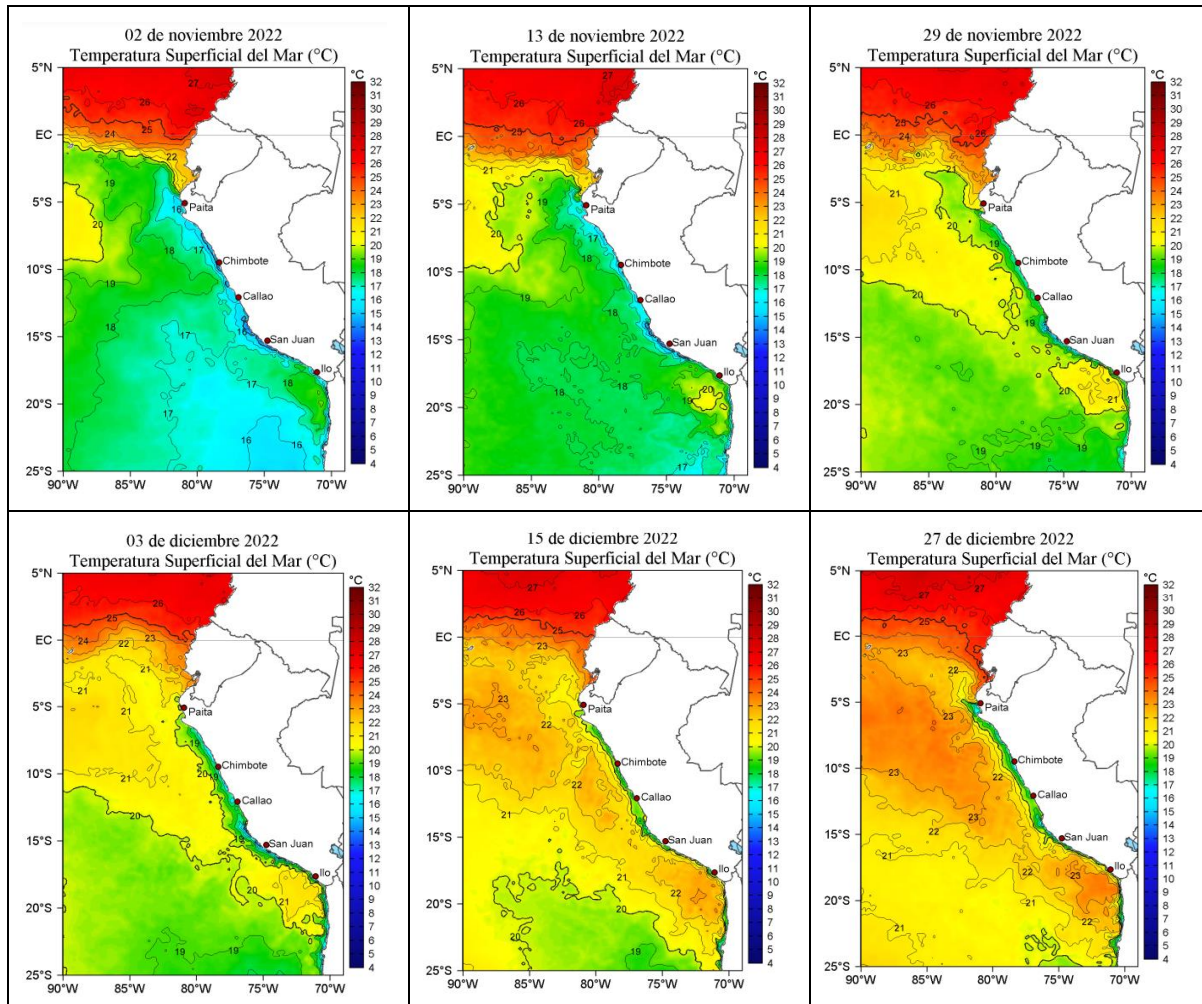
meridianos de 90°W a 130°W; hacia diciembre las publicaciones muestran que la banda ecuatorial continua presentando condiciones frías y anómalas pero con mayor disipación, sin un comportamiento tan marcado y con menor cobertura e intensidad.

La Figura 27 muestra que la temperatura para el área de monitoreo presenta valores de TSM en octubre de 13°C a 15°C en la región próxima a la costa, aumentando levemente hacia la región oceánica adyacente. De la información arrojada por el muelle costero del IMARPE ubicado en el Callao, el promedio diario de TSM registra un valor de 13,8°C (01 de octubre de 2022), de 13,7°C (15 de octubre de 2022) y de 14,4°C (22 de octubre de 2022); para el caso del muelle costero ubicado en Huacho, el promedio diario de TSM arroja los siguientes valores 14,2°C (01 de octubre de 2022), de 13,9°C (15 de octubre de 2022) y de 14,4°C (22 de octubre de 2022). Para el mes de noviembre, los valores de TSM registran mayores valores, que oscilan entre los 15°C a 18°C en la zona litoral, alcanzando los 19°C-20°C hacia fines de noviembre al alejarse de la costa. El promedio de TSM diario obtenido a partir de los registros del muelle costero del IMARPE en la estación del Callao, registran 13,6° (02 de noviembre de 2022), 14,6°C (13 de noviembre de 2022) y 15,2°C (29 de noviembre de 2022). A su vez, para la estación Huacho, los promedios de TSM diarios registran los siguientes valores, 14,4° (02 de noviembre de 2022), 14,3°C (13 de noviembre de 2022) y 15,2°C (29 de noviembre de 2022).

En diciembre, las Figuras de TSM muestran mayores valores en gran parte del mar peruano, superando los 20°C, para el área de monitoreo se observan valores que oscilan entre los 18°C a 20°C, con algunas zonas muy costeras y puntuales a principio de diciembre que registran valores menores a los 17°C. Los valores de TSM promedio diario para el muelle del Callao son 14,9°C (03 de diciembre de 2022), 14,6 °C (15 de diciembre) y 15,1 °C (27 de diciembre); y para Huacho los valores son 15,5°C (03 de diciembre de 2022), 16,9°C (15 de diciembre) y 16,2°C (27 de diciembre).

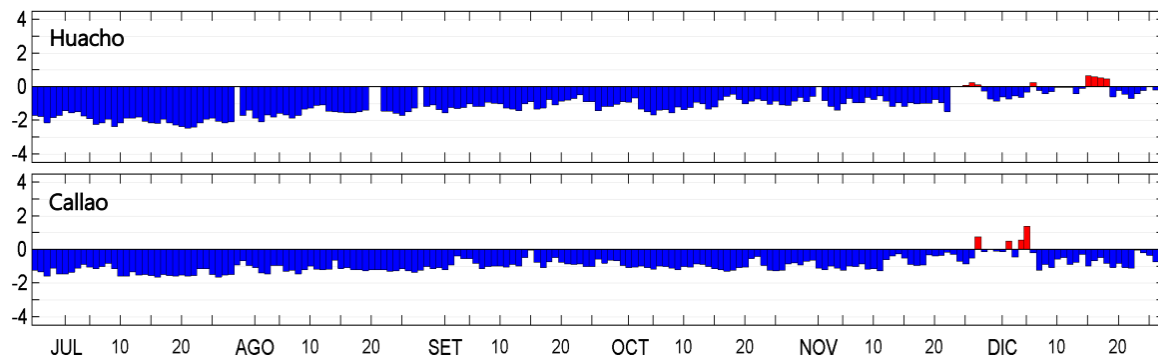
La Figura 28 muestra las anomalías del promedio diario de TSM para la estación del Callao y de Huacho del IMARPE. Los resultados presentan, en general anomalías negativas de TSM en base a un promedio climatológico de cinco días para un promedio de 1981-2010 en el caso del Callao y 1989-2010 para el caso de Huacho. El registro en estas estaciones se mantiene desde varios meses, consistente con el resto de la región debido al desarrollo del evento La Niña. A su vez, se observan hacia diciembre registros aislados de anomalías positivas en ambas estaciones.





Fuente: (IMARPE, 2023)([IMARPE-Productos](#))

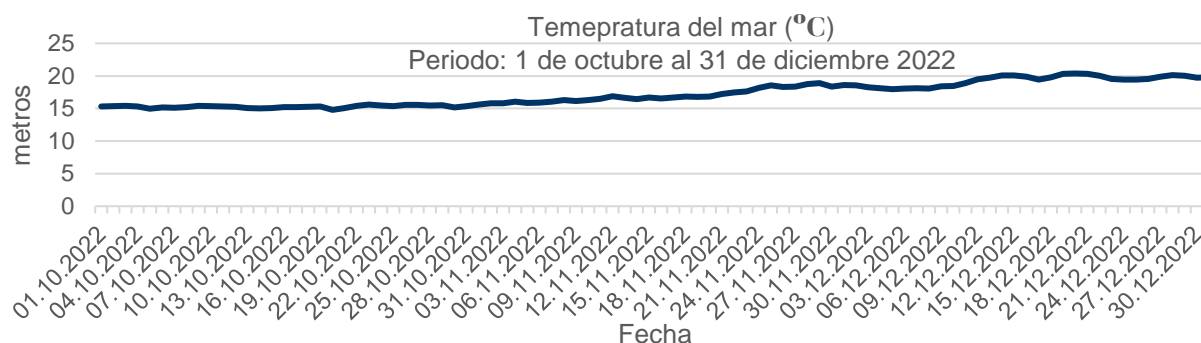
Figura 27 Temperatura superficial del mar diaria (meses octubre a diciembre).



Fuente: ERM, 2023. (Adaptado de (IMARPE, 2023), [IMARPE-Productos](#))

Figura 28 Anomalia de Temperatura Superficial del Mar para las estaciones costeras del IMARPE de Huacho y Callao.

En particular, para el área de la Bahía de Ancón, la temperatura del mar, tiene una tendencia a subir, según el promedio diario entre los meses de octubre y diciembre de 2022, siendo la temperatura más baja presentada en este periodo de 15 °C y aumentando a los 20 °C (WINDGURU, 2023) (Figura 29). Estos valores de temperatura coinciden con el evento de La Niña, que se presenta durante estos meses, y donde, como antes mencionado, se intensifican los vientos en superficie del océano Pacífico y se produce surgimiento de aguas frías hacia el ecuador, con temperaturas más frías y aumento de humedad relativa (SENAMHI, 2021).



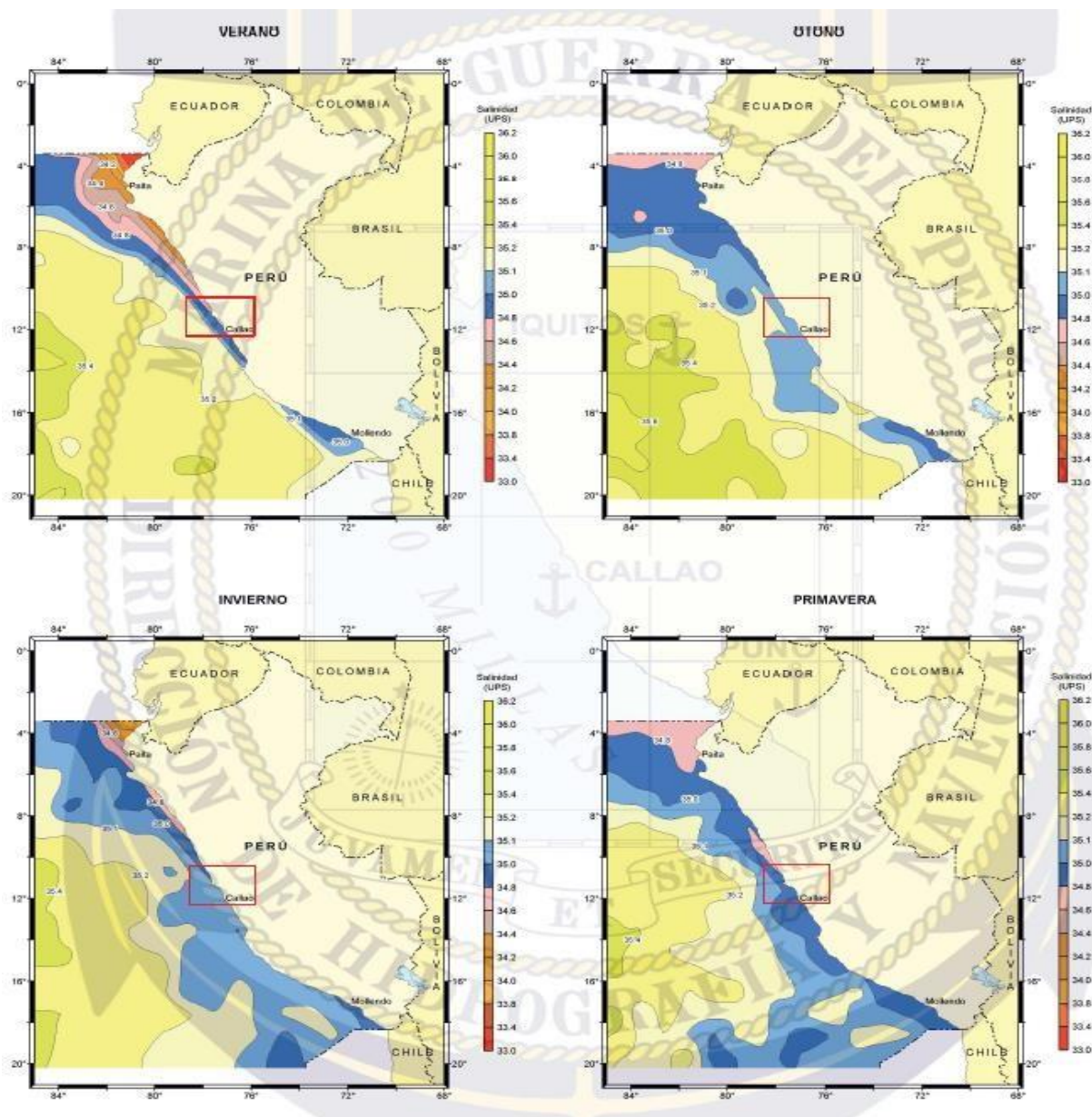
Fuente: WINDGURU, 2023)

Figura 29 Temperatura del mar (°C).

5.2.8 Salinidad superficial del mar

En el mar del Perú, presentan características distintivas y una marcada variabilidad a escala espacio-temporal, fuertemente afectado por fenómenos interanuales de escala global como es el Fenómeno de Oscilación Sur. El mar peruano presenta concentraciones de salinidad de 33,2 a 35,6 UPS en verano, y de 33,8 a 35,4 UPS en invierno (IMARPE, 2023).

La Figura 30 muestra la salinidad superficial del mar para las distintas estaciones del año. La información es obtenida de cruceros oceanográficos de DIHIDRONAV para el periodo 1994-2014 y de las boyas ARGO para el periodo 2000—2014 (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019). Se puede observar que la región más oceánica presenta salinidades relativamente altas, con valores que oscilan entre los 35.7 y 35 UPS. En la región costera la salinidad es relativamente baja y uniforme a lo largo de la costa del Perú, presentando mayor variación en la estación de verano. En el área de monitoreo, las concentraciones muestran al área de monitoreo como una zona típica de Aguas Costeras Frías (GCR, 2013). De la Figura, la salinidad superficial del mar en el área de interés oscila entre 34.6 UPS a 35.1 UPS, presentando valores uniformes, con un ligero aumento hacia profundidades mayores y hacia la región norte. Para la estación de primavera, los valores climatológicos de salinidad superficial presentan, en gran parte, valores de 34.8 UPS a 35.1 UPS, con una ligera disminución en la zona norte del área de monitoreo con valores entre 34.6 UPS y 34.8 UPS.



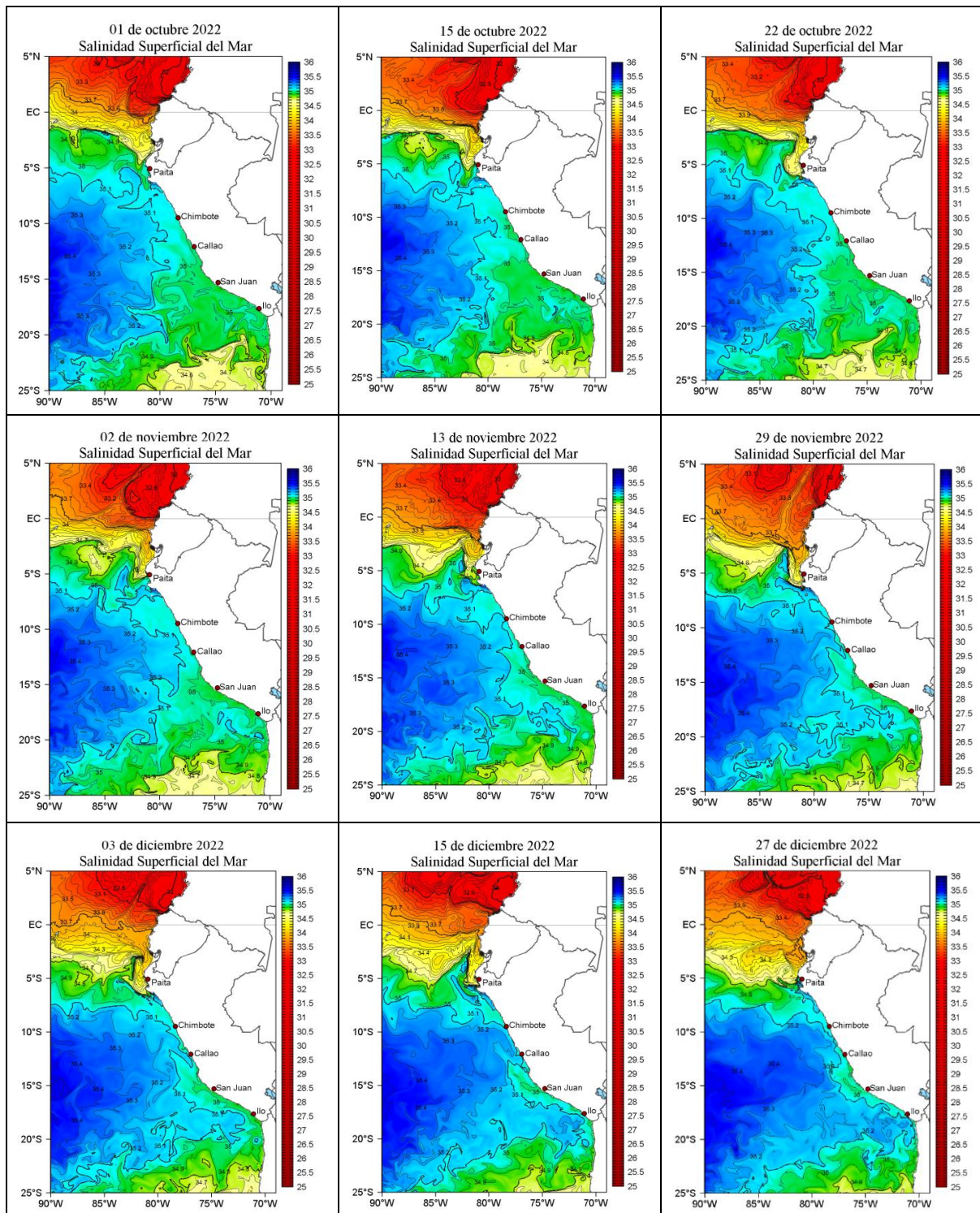
Fuente: Adaptado de (Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), 2019).

Nota: los recuadros marcados son ilustrativos a fin de delimitar el área de monitoreo.

Figura 30 Salinidad superficial del mar

Como fue explicado previamente, el IMARPE genera entre sus productos oceanográficos, boletines diarios oceanográficos (IMARPE-Productos), que contienen características de salinidad superficial del mar obtenida a partir del modelo HYCOM, Hybrid Coordinate Ocean Model v. GOF3.1.

La Figura 31 muestra que los valores de salinidad superficial para días del mes de octubre, noviembre y diciembre de 2022. Los días tomados del mes de octubre oscilan entre 34.8 UPS a 35.2 UPS sin mostrar significativas variaciones entre los días considerados. Para el mes de noviembre, los valores de salinidad superficial parecieran ser levemente mayores que el mes de octubre con 35/35.1 UPS, en especial al alejarse de la costa. Para el mes de diciembre, el comportamiento descrito previamente se atenúa hacia la costa y domina en el área de monitoreo valores de salinidad superficial de 35.1 UPS.



Fuente: IMARPE, 2023; IMARPE-Productos

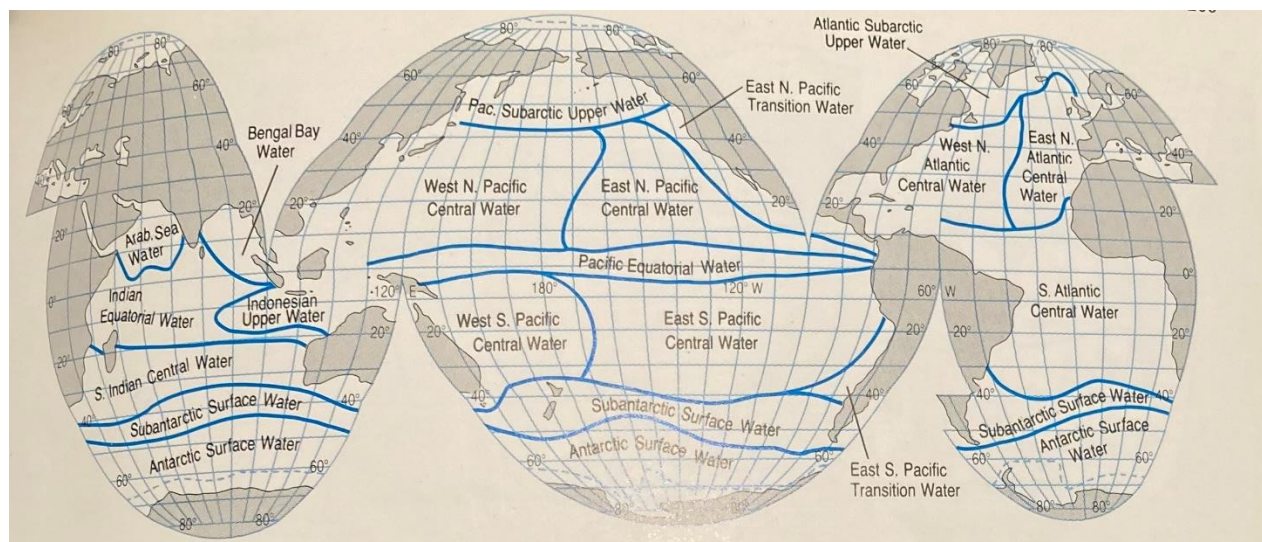
Figura 31 Salinidad superficial del mar diaria (meses octubre a diciembre).

5.2.9 Masas de agua

En la circulación de los mares, se encuentran tres dimensiones de circulación de las masas de agua, las cuales cuentan con una combinación de características químicas y físicas particulares como la temperatura y la salinidad.

Una masa de agua con una temperatura y salinidad particular solo resulta de cuerpos de agua sujetos a influencias meteorológicas específicas por un cierto tiempo donde se mantienen en la capa superficial (Figura 32).

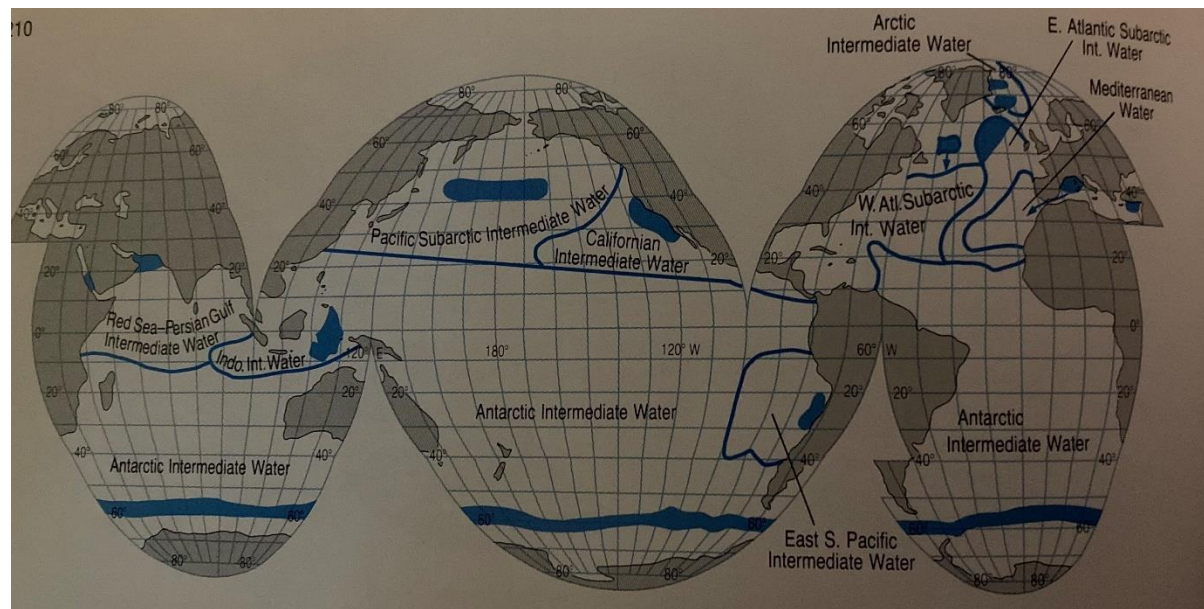
Las capas superficiales de las masas de agua están influenciadas por las corrientes superficiales y están consideradas por ser una combinación de la capa superficial y el agua correspondiente a la parte superior de la termoclina permanente, por lo que su anchura varía. Por ejemplo, en el Ecuador, la salinidad se mantiene baja por presentar una alta precipitación y por lo tanto la temperatura también es alta, y la densidad de la superficie es menor. En este caso la capa superior de agua será estable y solamente una capa de masa de agua delgada se podrá formar. Por el contrario, en los giros subtropicales también conocidos como aguas centrales se encuentran masa de agua considerablemente anchas (Open University Course Team, 2002).



Fuente: (Open University Course Team, 2002)

Figura 32 Distribución global de las masas de agua superficiales.

Las masas de agua intermedias (Figura 33) fluyen entre la masa de agua superficial y la de fondo, que en el caso de la costa de Perú se encuentra la masa de agua del Pacífico Sureste.



Fuente: (Open University Course Team, 2002)

Figura 33 Distribución global de las masas de agua intermedias.

Con respecto a la caracterización de masas de agua superficiales, el Perú en condiciones normales (es decir, sin Niño o Niña) tiene en su área costera del extremo norte a las Aguas Tropicales Superficiales (ATS), caracterizada con temperaturas mayores a 25°C, salinidad menor de 33,8 UPS debido al exceso de la precipitación sobre la evaporación, y pobre en nutrientes. Esta masa de agua se ubica al norte de los 04°S y está muy relacionada con el fenómeno El Niño (ver Figura 12 en Sección “Corrientes”). Hacia el sur de la masa de agua ATS hasta la altura de Punta Falsa, se localiza las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), con temperaturas superiores a 17,1°C, y salinidades que oscilan entre 33,8 y 34,8 UPS (Walsh, 2009). Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se encuentran en medio de las Aguas Tropicales Superficiales y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), cuyas propiedades son determinadas por la advección estacional de aguas frías de la Corriente Peruana y el afloramiento ecuatorial, por ende, son desplazadas hacia el norte en otoño e invierno.

Las aguas Subtropicales Superficiales (ASS), se caracterizan por ser aguas con temperaturas y salinidades superiores a 17°C y 35,1 UPS respectivamente; esta masa de agua ocupa gran parte del área frente a las costas del Perú y generalmente se ubican alejadas de la costa; el centro de esta masa de agua coincide aproximadamente con el centro del Anticiclón del Pacífico Sur (ver Figura 12 en Sección “Corrientes”).

Las aguas costeras frías (ACF) son producto del afloramiento costero, se encuentran cubriendo gran parte de las áreas costeras de nuestro litoral, con temperaturas menores de 17,1°C, y salinidades que fluctúan entre 34,8 a 35,1 UPS (Walsh, 2009); ver Figura 12 en Sección “Corrientes”). Esta corriente es importante dado el alto contenido de nutrientes que, como nitratos, nitritos, potásicos, fosfatos, que favorecen el desarrollo del plancton y, por ende, alimento a los organismos mayores. En condiciones sin Niño o Niña, el área que ocupada las ACF está influenciada por las aguas Tropicales Superficiales y las aguas costeras frías. En condiciones de El Niño o La Niña, de acuerdo con la duración e intensidad del evento, la masa de agua ACF altera sus áreas de distribución.

Para los niveles subsuperficiales, el mar peruano cuenta con 4 masas de aguas con diferentes características, como son: Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), con temperaturas entre 13° a 15°C, y salinidades entre 34,9 a 35,1 UPS, ubicadas entre los 50 y 300 m de profundidad. Las Aguas

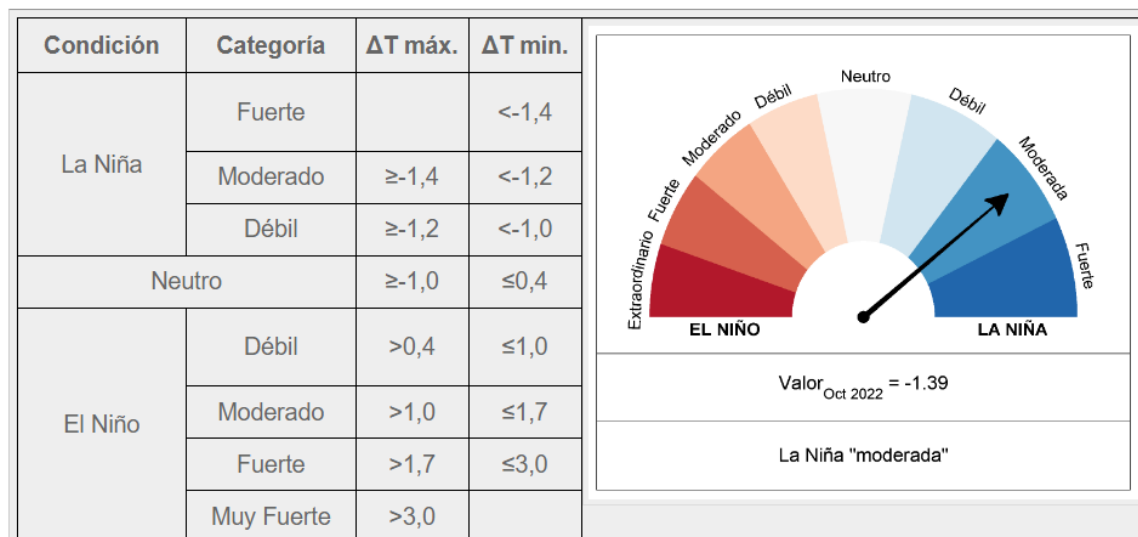
Templadas de la región Subantártica (ATSA), con temperatura similar a las AESS y salinidades de 34,6 a 34,8 UPS, se encuentran ubicadas alrededor de los 100 m de profundidad, y son las que mantienen el afloramiento en la zona sur (ver Figura 12 en Sección “Corrientes”). Las Aguas Ecuatoriales Profundas (AEP), con temperaturas que fluctúan entre 7° y 13°C, y salinidades de 34,6 a 34,9 UPS se localizan entre los 150 y 700 m de profundidad. Las Aguas más profundas, procedentes de la región Antártica Intermedia (AAI), con temperaturas de 4° y 7°C, y salinidades que fluctúan entre 34,5 y 34,6 UPS se encuentran ubicadas por debajo de los 600 m de profundidad (Walsh, 2009).

5.2.10 Evento La Niña

El fenómeno La Niña se presenta por un proceso de enfriamiento anómalo en el océano Pacífico, generando cambios en las masas de aire, favoreciendo la formación de lluvias o sequías extremas. Este enfriamiento se une a cambios en la circulación atmosférica, tropical, que incluye vientos, presión y precipitaciones (Naciones Unidas-Noticias (ONU), 2022)

Para el caso del área de monitoreo, se ha presentado este fenómeno tres años consecutivos, teniendo una proyección de finalizar para febrero de 2023 (Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2022).

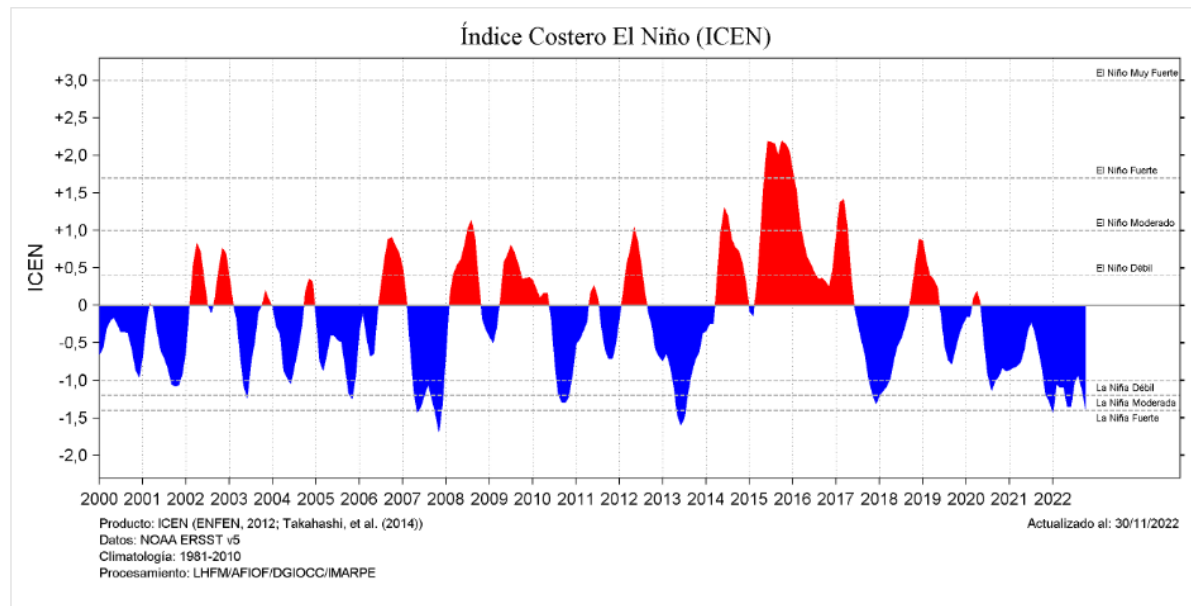
El Instituto del Mar del Perú (IMARPE), determina a través del Índice Costero El Niño (ICEN) que actualmente la Niña se encuentra clasificada como Moderada (IMARPE, 2023) (Figura 34).



Fuente: (IMARPE, 2023)

Figura 34 Índice Costero El Niño (ICEN).

Esto también se puede observar en la Figura 35, que dependiendo del valor del ICEN, se determina la categoría, La Niña Moderada.



Fuente: (IMARPE, 2023)

Figura 35 Serie de Tiempo del Índice Costero El Niño

5.3 Actividades antropogénicas

El área de monitoreo comprende de sur a norte parte de la provincia Constitucional del Callao, las provincias de Lima y Huaral, y parte de la provincia de Huarura. A una escala menor, se han identificado 6 distritos, y en su territorio se localizan cerca de 18 localidades próximas a la costa, de las cuales 6 de ellas corresponden a centros poblados y 12 son asentamientos dispersos. Al respecto, se observó que los centros poblados de mayor extensión espacial están localizados en la zona sur, es decir, en los distritos de Callao, Ancón y Santa Rosa.

A lo largo de las playas recorridas, se registran bañistas, recicladores, pescadores artesanales y áreas ocupadas por asentamientos humanos (invasiones). Asimismo, Sánchez et al. (2008) señalan la presencia de plantas industriales, cuyos residuos líquidos son usualmente vertidos al mar sin recibir un tratamiento previo.

De igual manera, se ha reportado presencia de acumulación de desmonte, almacenes industriales y empresas pesqueras, mayormente en el área comprendida en el distrito de Ventanilla. En dicha área también se reporta una zona urbana con presencia de restaurantes, balnearios e iglesias. Es importante destacar que la bahía del Callao es generalmente catalogada como una de las áreas más contaminadas del litoral peruano, mayormente por la presencia de desagües industriales y la descarga del río Rímac (Rodenas y Padilla, 2022). Evaluaciones como la realizada por Sánchez *et al.* (2008) señalan la presencia de valores altos de coliformes termotolerantes y con alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), así como valores elevados de cadmio, plomo y zinc en sedimentos de la zona portuaria e industrial del Callao. Cabe resaltar que los valores más altos de cobre en sedimentos provinieron del río Rímac.

Por otro lado, en Santa Rosa se registró un establecimiento militar en estado de abandono, presencia de un club privado y áreas de relleno sanitario. Para el área de Ancón, se observa una zona urbana, presencia de bañistas y áreas donde existen almacenes industriales. En Chancay destacan zonas con actividad ganadera (vacuno) en el borde litoral, registro de piscinas naturales en el acantilado y sistemas de drenaje

de agua. Asimismo, se han reportado zonas de ubicación de materiales de construcción, pequeñas áreas de cultivo de plátano y caña de azúcar, así como presencia de muelles y pobladores.

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), mediante las evaluaciones de la calidad sanitaria de las playas del litoral peruano (Vigilancia Sanitaria de Playas), indicó que durante el año 2020 y 2021 las playas del Callao, Santa Rosa, Huacho y Ancón fueron catalogadas como No Saludables, según el control de la calidad microbiológica, control de la calidad de limpieza y presencia de servicios higiénicos.

5.4 Áreas Naturales Protegidas

El área de desplazamiento del hidrocarburo, ubicada en la región centro del litoral peruano, abarca dos (02) Áreas Naturales Protegidas, constituidas por la Zona Reservada de Ancón y la Reserva Nacional Islas, Islotes y Puntas Guaneras - Islote Grupo de Pescadores.

5.4.1 Zona Reservada de Ancón

La Zona Reservada de Ancón fue creada en noviembre de 2011 mediante la Resolución Ministerial No 275-2011-MINAM (Resolución Ministerial, 2011). Esta se ubica entre los distritos de Ancón y Puente Piedra, en la provincia y departamento de Lima (Figura 36).

Su extensión es de 10,452.45 ha y está dividida en (Gobierno Perú, 2019b):

- Un área continental, con una superficie de 8,259.44 ha (79% del área total), que corresponde al Parque Ecológico Nacional "Antonio Raimondi", con un 80% de desierto desecado Subtropical con vegetación muy escasa, con especies halófitas distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del arenal grisáceo eólico; un 15% de desierto superárido Subtropical con llanos costeros de la costa norte y estribaciones bajas de la vertiente continental andina; y un 5% de desierto perárido-Montano Bajo Subtropical donde la vegetación es escasa con hierbas anuales de vida efímera y donde denominan las gramíneas, arbustos y cactáceas.
- Un área marina, con una superficie de 2,193.01 ha (21% del área total), que corresponde a la Bahía de Ancón, con una diversidad de especies hidrobiológicas con capacidades de adaptación a las actividades antrópicas permanentes en la Bahía.

El objetivo de esta zona, "es *el conservar la diversidad biológica, cultural y paisajística de los ecosistemas marino-costero*, que son parte del ecosistema asociado a la corriente del Perú" (Humboldt) (Resolución Ministerial, 2011).

La Bahía de Ancón se ubica aproximadamente a 42.6 km del puerto del Callao, a 35.2 km de la desembocadura del río Rímac y a 24.1 km de la desembocadura del río Chillón. Dichos lugares son fundamentales pero determinantes como fuentes de aportes de materiales orgánicos e inorgánicos, incluidos desechos sólidos urbanos que llegan al océano y, por la dinámica de transporte de la Corriente Costera Peruana, llegan hasta la zona litoral de la Zona Reservada de Ancón (SERNANP, 2019b)

En particular, el área marina de la Bahía de Ancón presenta un ambiente estable, con oleaje escaso, temperaturas ligeramente superiores a las aguas circundantes y tiene una mayor diversidad que en zonas expuestas a un oleaje mayor. Por lo tanto, es considerada una zona importante para los procesos reproductivos de la fauna marina costera, constituyendo un lugar para el refugio de larvas, juveniles y especies indicadoras del Fenómeno de El Niño (ENSO) (Gobierno Perú, 2019b, SERNANP, 2019).

En cuanto a la comunidad íctica del área, las principales especies de hábitos demersales-costeros son el pejerrey *Odontesthes regia*, la lisa *Mugil cephalus*, la cabinza *Isacia conceptionis* y la caballa *Scomber japonicus*; mientras el machete *Ethmidium maculatum* y cojinova *Seriolella violacea* constituyen las principales especies de hábitos pelágicos-costeros (OCEANA, 2022).

Por otro lado, Arguelles et al. (2010) indican que, particularmente frente a la Bahía de Ancón, se encuentran varias especies asociadas a los fondos rocosos costeros como el pulpo *Octopus mimus*, el chanque *Concholepas concholepas* y el calamar *Loligo gahi*, el cual presenta un área de desove en la Bahía. También están presentes importantes bancos de invertebrados bentónicos dominados por el cangrejo peludo, el cangrejo jaiva, el cangrejo puñete, el cangrejo violáceo, el caracol *Stramonita chocolata*, las especies de lapa *Fissurella latimarginata* y *F. bridgesii*, el choro *Aulacomya ater* y *Semele* sp.

Especies del género *Fissurella* se han registrado generalmente al sur de Ancón y en las islas frente a ésta. Otras especies de bivalvos como el choro y la navaja también presentaron concentraciones importantes al sur del área, mientras que la concha de abanico *Argopecten purpuratus* y *Semele* sp. sólo se reportaron en zonas muy puntuales. De igual manera, se han registrado especies de mamíferos marinos, entre los que destacan lobos marinos y nutrias. Por otro lado, en dicha área existe una agrupación de delfines nariz de botella *Tursiops truncatus*, así como delfines oscuros *Lagenorhynchus obscurus* e individuos del delfín común *Delphinus delphis* (Santa Sofía, 2010).

Dentro de los servicios ecosistémicos que ofrece, destaca el aprovisionamiento (provisión de alimento y hábitat para diversas especies), soporte (mantenimiento de la biodiversidad) y recreación y ecoturismo.

5.4.2 Reserva Nacional Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores

La Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) se integra por 22 islas, islotes y grupos de islas y 11 puntas a lo largo de la costa peruana, que va desde las costas frente a Piura hasta casi la frontera con Tacna. En total esta RNSIIPG cubre 140,833.47 ha (*Reserva Nacional Islas, Islotes y Puntas Guaneras*, s. f.) (Figura 36).

El objetivo de esta Reserva es el que conservar la diversidad biológica de los ecosistemas costeros presentes en la corriente de Humboldt y el aprovechamiento sostenible de los recursos (Gobierno Perú, 2019a). En esta zona hay procesos ecológicos importantes, tales como el afloramiento de nutrientes, reproducción de lobos marinos y de aves guaneras, así como el desove de peces e invertebrados, permitiendo mantener la diversidad y riqueza de la zona (Gobierno Perú, 2019a).

Particularmente, el Grupo Pescadores de la RNSIIPG se encuentra ubicado frente al Distrito de Ancón, con una separación de 7 km de la costa y con una superficie de aproximadamente 37 hectáreas, en las coordenadas 11.794067 N -77.236382 E. Se encuentra conformado por las siguientes islas e islotes:

- Isla Pescadores
- Isla Mata Cuatro
- Isla Corral de Vacas
- Isla Huacas
- Isla Los Lobos
- Isla Pata de Cabra
- Islote Dos Hermanas
- Islote Gallinazo
- Islote Turbao
- Islote La Viuda

Destaca principalmente por ser una zona de interés ecológico, pues alberga una gran riqueza y diversidad de aves marinas de importancia para el Perú. Dentro del grupo de islas, la isla más grande y significativa es la Isla Pescadores (SERNANP, 2009, p. 200).

Las especies de aves costeras comunes en esta área son el cormorán guanay *Phalacrocorax bougainvillii*, el piquero peruano *Sula variegata*, el cormorán neotropical *P. brasiliensis*, la chuita *P. gaimardi*, el zarcillo *Larosterna inca*, el pelicano peruano *Pelecanus thagus*, la golondrina de mar de Wilson *Oceanites oceanicus*, el playerito *Calidri* sp., entre otras. Asimismo, existe una pequeña colonia reproductiva del pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* (SERNANP, 2009, 2019a).

De igual manera, se han registrado mamíferos marinos como el lobo marino chusco *Otaria byronia* y la nutria marina *Lontra felina*. Entre los invertebrados marinos más abundantes se encuentran el caracol *Stramonita chocolata*, el cangrejo *Cancer porteri*, el cangrejo peludo *Cancer setosus*, la lapa *Fissurella cumingsii*, el cangrejo jaiva puñete *Hepatus chiliensis*, entre otros (SERNANP, 2009).

Por otro lado, según la zonificación de los Islotes Grupo de Pescadores, los hábitats intermareales y submareales someros representan zonas de recuperación (REC33), existiendo zonas silvestres (S34) solo en la isla más hacia el oeste (Isla Grande); el resto de esta Área Natural Protegida se considera de aprovechamiento directo (AD35) (SERNANP, 2016, 2022).

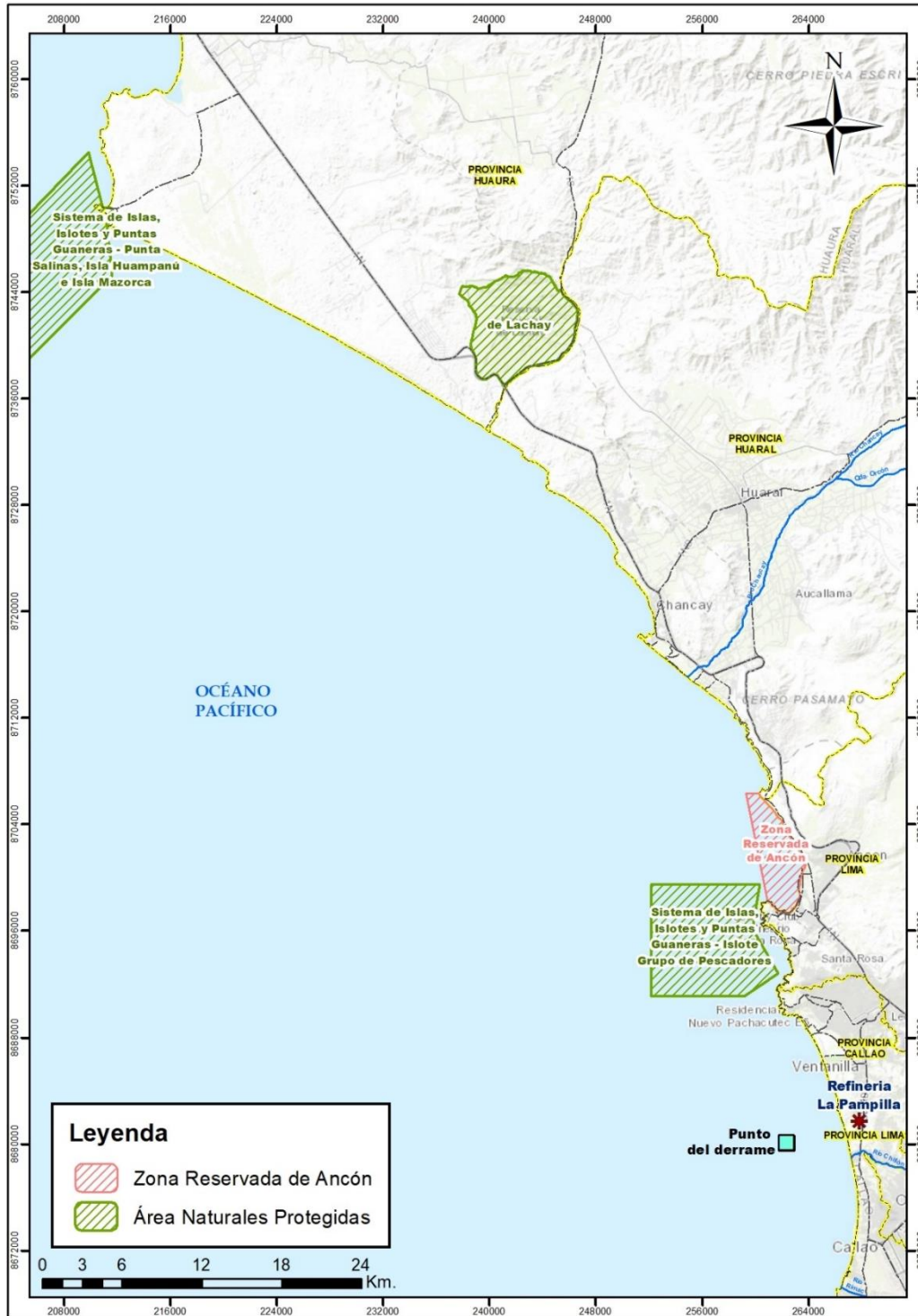


Figura 36 Zona Reservada de Ancón y RNSIIPG-Grupo Pescadores.

6. METODOLOGÍA Y MÉTODOS

6.1 Metodologías en campo

La metodología utilizada para los componentes del medio abiótico (agua y sedimentos) y del medio biótico (plancton, macroinvertebrados bentónicos, macroalgas y necton) se presenta a continuación:

Componentes del medio abiótico

- Agua de mar: el procedimiento de muestreo se encuentra detallado en el Anexo 3.
- Sedimentos: el procedimiento de muestreo se encuentra detallado en el Anexo 3.

Componentes del medio biótico

Con base en el Plan de Trabajo aprobado (Anexo 2), a continuación, se presentan las secciones donde se detalla la metodología para cada grupo biótico.

- Fitoplancton cuantitativo: ver numeral 4.2.5, sección a) en la página 8 del Anexo 2.
- Fitoplancton cualitativo: ver numeral 4.2.5, sección a) en la página 9 del Anexo 2.
- Zooplancton e ictioplancton: ver numeral 4.2.5, sección b) en la página 9 del Anexo 2.
- Macroinvertebrados bentónicos: ver numeral 4.2.5, sección c) en la página 10 del Anexo 2. Cabe recalcar que, durante las actividades de campo, en zona intermareal, se realizó la recolección de muestras por medio de una cuadrata metálica (1 m²), pala colectora (para zonas de sustrato blando), espátula y buriles (para zonas de sustrato duro), y frascos herméticos para guardar las muestras. De esta manera, se aseguró que la toma de muestras se realice eficientemente, tomando en consideración la geomorfología de la zona intermareal. Así mismo, como se indicó en el Plan de Trabajo, con la finalidad de tener un registro más amplio de la comunidad bentónica de la zona submareal, se utilizó un dron submarino (ROV) para la toma de imágenes y videos, para posterior conteo e identificación taxonómica de las especies observadas.
- Macroalgas: ver numeral 4.2.5, sección d) en la página 13 del Anexo 2. Cabe recalcar que, durante las actividades de campo, en zona intermareal, se realizó la recolección de muestras por medio de una cuadrata metálica (1 m²), pala colectora (para zonas de sustrato blando), espátula y buriles (para zonas de sustrato duro), y frascos herméticos para guardar las muestras. De esta manera, se aseguró que la toma de muestras se realice eficientemente, tomando en consideración la geomorfología de la zona intermareal. Así mismo, como se indicó en el Plan de Trabajo, con la finalidad de tener un registro más amplio de la comunidad bentónica de la zona submareal, se utilizó un dron submarino (ROV) para la toma de imágenes y videos, para posterior conteo e identificación taxonómica de las especies observadas.
- Necton: ver numeral 4.2.5, sección e) en la página 14 del Anexo 2.

6.2 Métodos de análisis en laboratorio

Para los componentes del medio abiótico (agua de mar y sedimentos) y tejido biológico, se analizaron los siguientes parámetros fisicoquímicos propuestos en el Plan de Trabajo (Anexo 2), los cuales se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2 Método de análisis para muestras en sedimentos, agua de mar y tejido biológico

Parámetros en sedimento	Método	Unidad
-------------------------	--------	--------

Metales pesados	EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, 2014	mg/Kg
Azufre total	EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, 2014	mg/Kg
HTP	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3, 2007	mg/Kg
HAPs	EPA METHOD 8270 E, 2018	mg/Kg
Parámetros en agua de mar de fondo	Método	Unidad
Metales pesados	EPA 200.8	mg/l
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	SMEWW, 23 ^a Edición, 2017, Método 4500S2-H	mg/l
Parámetros en agua de mar superficial	Método	Unidad
Metales Pesados	EPA 200.8	mg/l
Parámetros de análisis en tejido biológico de invertebrados bentónicos	Método de Referencia	Unidad
HAPs	AOAC 2014.08	ug/kg
Metales en Tejido por ICP-MS	AOAC 2015.01	ug/kg

Fuente: ERM, 2023

Nota: mg/l es una unidad equivalente a ppm (partes por millón)

Por otro lado, para los componentes del medio biótico, contempló los siguientes análisis (Tabla 3):

Tabla 3 Metodología de análisis para muestras del componente biótico

Componentes	Atributos	Parámetros a analizar en tejido biológico	Nota
Plancton <ul style="list-style-type: none"> ■ Fitoplancton cuantitativo ■ Fitoplancton cualitativo ■ Zooplancton ■ Ictioplancton 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identificación taxonómica ■ Índices comunitarios (Diversidad de Shannon-Wiener, Dominancia de Simpson y Equidad de Pielou) ■ Abundancia relativa 	No aplica para este componente.	En aquellos sectores marinos donde se detecten coloraciones anómalas asociadas a eventos de proliferación excesiva de microalgas o "marea roja", se tomaron muestras adicionales de agua de mar para análisis cuantitativo de fitoplancton.

Componentes	Atributos	Parámetros a analizar en tejido biológico	Nota
Macrobentos Macroinvertebrados bentónicos y macroalgas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identificación taxonómica ■ Riqueza de especies ■ Abundancia 	HAPs y metales pesados	Toma de muestras adicionales Si se cuenta con el volumen de muestra suficiente, se realizaron análisis de HAPs y metales pesados en tejido biológico.
Necton	<ul style="list-style-type: none"> ■ Identificación taxonómica ■ Información morfométrica ■ Parámetros biológicos (sexo, madurez gonadal, contenido estomacal, factor de condición) ■ Riqueza de especies ■ Abundancia 	HAPs y metales pesados	Toma de muestras adicionales Si se cuenta con el volumen de muestra suficiente, se realizaron análisis de HAPs y metales pesados en tejido biológico.

Fuente: ERM, 2023

6.3 Software estadístico

Los análisis estadísticos exploratorios y gráficas se realizaron a través de la interfaz de RStudio, el cual es un entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés *Integrated Development Environment*) y que utiliza lenguaje R para su programación, es gratuito y de código abierto y permite ejecutar diferentes tipos de tratamientos estadísticos y visualizaciones.

Los distintos gráficos y análisis realizados en RStudio fueron los siguientes: matrices de correlación, gráficas de barras, dendogramas, histogramas, diagramas caja-bigotes, perfiles de CTD, índices ecológicos, análisis de Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), así como el cálculo de medidas centrales y de dispersión de las bases de datos obtenidas de los resultados de sedimento, agua y biológicos.

Las principales paqueterías usadas en los códigos fueron: *ggplot2*, *plotly*, *vegan*, *corrplot*, *MASS*, *Hmisc*. La limpieza de las bases de datos incluyó la eliminación de estaciones con valores no registrados, así como el reemplazo de no detecciones por el límite de detección de los instrumentos correspondientes a cada parámetro.

6.4 Criterios de comparación para resultados en Tejido

De acuerdo con lo indicado en el Plan de Trabajo (Anexo 2), a continuación, se presentan los criterios de comparación y Estándares de Referencia para los parámetros de HAPs y metales en tejido biológico.

Los métodos de detección y equipos utilizados por CEIMIC PERÚ SAC para el análisis de los parámetros de HAPs y metales en tejido biológico, reportaron los resultados en $\mu\text{g}/\text{kg}$ (microgramos/kilogramos), lo cual es equivalente a ng/g (nanogramos/gramos).

Macroinvertebrados bentónicos

Los resultados de laboratorio para metales pesados y HAPs realizados a las muestras de tejido de macroinvertebrados bentónicos se compararán con los siguientes Estándares de Referencia establecidos en el Plan de Trabajo (Tabla 4 a Tabla 8).

Tabla 4 Concentración máxima de benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno y criseno en ahumado de moluscos bivalvos

HAP	Concentración (µg/kg)
Benzo(a)pireno	6.0
Suma de benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno y criseno	35.0

Tabla 5 Concentración máxima de benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno y criseno en ahumado de crustáceos (Brachyura y Anomura)

HAP	Concentración (µg/kg)
Benzo(a)pireno	2.0
Suma de benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno y criseno	12.0

Tabla 6 Concentraciones máximas de HAPs basadas en el Reglamento CE N°1881/2006 y sus modificatorias No. 629/2008 y No. 420/2011

HAP	Valor en crustáceos gasterópodos, no ahumados (*) (µg/kg peso fresco) y	Moluscos bivalvos (µg/kg peso fresco)
Benzo(a)pireno	5.0	10.0

Nota: () El contenido máximo se aplica a los crustáceos, excluida la carne oscura del cangrejo, así como la cabeza y el tórax de la langosta y de crustáceos similares de gran tamaño.*

Tabla 7 Concentración máxima de metales pesados en moluscos bivalvos

HAP	Cd	Hg	Pb
Reglamento N°057-2016-SANIPES-DE (Perú)	1.0	-	1.5
Reglamento CE N°1881/2006 y modificatorias (Comunidad Europea)	1.0	-	1.5

Nota: Cd: cadmio, Hg: mercurio y Pb: plomo.

Tabla 8 Concentración máxima de metales pesados en crustáceos (Brachyura y Anomura)

HAP	Cd	Hg	Pb
Reglamento N°057-2016-SANIPES-DE (Perú)	0.5	0.5	0.5
Reglamento CE N°1881/2006 y modificatorias (Comunidad Europea)	0.5	0.5	0.5

Nota: Cd: cadmio, Hg: mercurio y Pb: plomo.

Necton

Los resultados de laboratorio para metales pesados y HAPs realizados a las muestras de tejido de necton se compararán con los siguientes Estándares de Referencia establecidos en el Plan de Trabajo (Tabla 9 a Tabla 12):

Tabla 9 Concentraciones máximas de HAPs basadas en los Criterios de Protección a la Salud Humana

Analito	Criterio de Salud Humana (unidades)	Fuente
Antraceno	460	(2)
Benzo (a) Antraceno	0.057	(1)
Benzo (a) Pireno	0.0057	(1)
Benzo (b) Fluoranteno	0.057	(1)
Benzo (e) Pireno	nc	
Benzo (g,h,i) Perileno	nc	
Benzo (k) Fluoranteno	0.57	(1)
Dibenzo (a,h) Antraceno	0.0057	(1)
Fenantreno	31	(2)
Fluoranteno	62	(1)
Indeno (1,2,3, c,d) Pireno	0.057	(1)
Pireno	46	(2)

Nota: nc= No hay criterio

Nota: La fuente corresponde a (1) Nivel de Protección del Consumo de Peces de la Región 3 del EPA ⁵ (<http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/>): compuesto carcinógeno a nivel de riesgo 10-5

(2) Nivel de Protección del Consumo de Peces de la Región 3 del EPA (<http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/>): compuesto no carcinógeno

Tabla 10 Concentraciones Máximas de HAPs basadas en el Reglamento CE N° 1881/2006 y sus modificatorias No. 629/2008 y No. 420/2011

HAP	Valor en carne de pescado, no ahumada (µg/kg peso fresco)
Benzo(a)pireno	2.0

Tabla 11 Concentración Máxima de Benzo(a)pireno en Ahumado de Carne de Pescado

HAP	Concentración (mg/kg)
Benzo(a)pireno	0.002

Fuente: Resolución de Dirección Ejecutiva N° 057-2016-SANIPES-DE.

Tabla 12 Concentración Máxima de Metales Pesados en Peces

Referencia (mg/kg)	As	Cd	Hg	Pb
Resolución N° 057-2016-SANIPES-DE (Perú)	-	0.10*	0.50*	0.30*
Reglamento CE N° 1881/2006 y modificatorias (Comunidad Europea)	2.00	0.05	0.50	0.30

Nota: As= Arsénico, Cd= Cadmio, Hg= Mercurio y Pb= Plomo.

(*) Para carne de pescado.

⁵ Environmental Protection Agency (EPA), en español: Agencia de Protección Ambiental.

Adicionalmente, para el análisis y comparativa de los resultados del medio abiótico, para calidad de agua se utilizó de referencia la normativa publicada por el MINAM de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (2017):

- C1B1: Categoría 1, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación – Contacto Primario
- C2C2: Categoría 2, Subcategoría 2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras
- C2C3: Categoría 2, Subcategoría 3: Actividades marino-portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino-costeras.
- C4E3: Categoría 4, Subcategoría 3: Conservación del ambiente acuático ecosistemas costeros y marino

Los valores se encuentran referidos en los listados de analitos analizados en la sección de Resultados.

Por otro lado, para el análisis de calidad de sedimentos se tomó como referencia la guía presentada por OEFA de Determinación de Niveles de Fondo (NF) y Niveles de Referencia (NR) de Metales e Hidrocarburos de Petróleo en Sedimento Marino de Las Bahías de Lima y Huacho, 2022 y la guía Risk-Based Corrective Action (RBCA), Probable Effect Levels (PEL).

6.5 Descripción de actividades

A continuación, se presenta una breve descripción de las actividades de campo realizadas por zona de monitoreo

6.5.1 Intermareal

Las actividades de muestreo de los componentes del medio abiótico y biótico en zona intermareal iniciaron el 30 de setiembre del 2022 y finalizaron el 21 de octubre del 2022. Abarcó treinta y dos (32) estaciones a lo largo del litoral costero, comprendido desde el distrito de Chorrillos, Lima hasta la zona de Punta Salinas, Huacho.

6.5.1.1 Logística

El monitoreo consistió en el uso de diferentes equipos para la toma de muestras por estación, para el medio abiótico correspondiente a calidad de sedimento y calidad de agua de mar, y para el medio biótico, que contempla fitoplancton cuantitativo, macroinvertebrados bentónicos y macroalgas. Las muestras colectadas en campo fueron posteriormente resguardadas y analizadas en un laboratorio acreditado. El detalle de la logística se muestra a continuación:

- El laboratorio responsable para el análisis de muestras fue CEIMIC PERÚ SAC.
- Equipos de muestreo para fitoplancton cuantitativo: botella Niskin con capacidad de 10 litros, y frascos herméticos para guardar las muestras.
- Equipos de muestreo de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas: recolección de muestras por medio de una cuadrata metálica (1m²), pala colectora (para zonas de sustrato blando), una espátula (para zonas de sustrato duro), y frascos herméticos para guardar las muestras.
- Para el muestreo en zona intermareal no se contempló el uso de embarcaciones. El transporte del personal del laboratorio y supervisores de ERM hacia cada estación se realizó mediante dos camionetas 4x4.

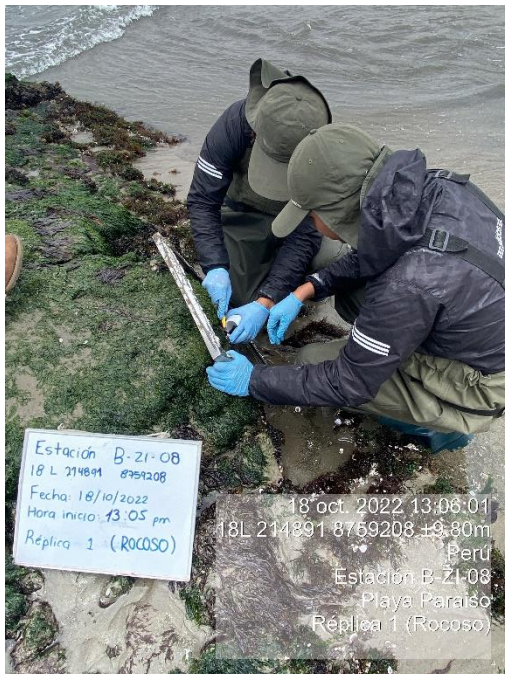
Actividades de muestreo

- El personal del laboratorio y supervisores de ERM accedieron por vía terrestre a las estaciones de muestreo ubicadas en la zona intermareal, por medio del transporte antes mencionado.
- Para la toma de muestras del medio abiótico correspondiente a la calidad del sedimento, se utilizó un barreno manual (hand auger). Las muestras fueron posteriormente colocadas en frascos herméticos para ser llevadas al laboratorio.
- Para el medio abiótico para calidad de agua de mar, se obtuvo la muestra por medio de una botella Niskin, y posteriormente se colocó la muestra en un frasco hermético para ser llevada al laboratorio. Adicionalmente, se realizó la medición de los parámetros de temperatura, pH y oxígeno disuelto con un equipo multiparámetro in situ.
- Para la toma de muestras del medio biótico, se consideró la toma de muestras en tres áreas equidistantes a cada estación, las cuales son consideradas como réplicas.
- En las estaciones de sustrato blando, se contempló la toma de muestra de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas en la zona húmeda del intermareal (línea baja de marea) y en la zona seca del intermareal (límite superior de la línea de marea), por cada réplica. Los individuos colectados fueron colocados en un frasco hermético y preservados con alcohol al 70%, para su posterior transporte y análisis en el laboratorio.
- En las estaciones de sustrato rocoso, se contempló la toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas en la zona húmeda del roquerío (línea baja de marea) y en la zona seca del roquerío (límite superior), por cada réplica. Los individuos colectados fueron colocados en un frasco hermético y preservados con alcohol al 70%.
- Para los componentes del medio biótico de fitoplancton, se obtuvieron muestras de agua por cada réplica, las cuales fueron colocadas en un frasco hermético, adicionándoles Lugol como preservador, para posteriormente ser llevadas al laboratorio.

A continuación (Nota: izquierda superior: colecta de muestra de macroinvertebrados y macroalgas; derecha superior: colecta de muestra de agua; izquierda inferior: registro de parámetros de lectura directa in situ; inferior derecha: colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas

Fuente: ERM, 2022

Figura 37), se muestran algunas fotografías tomadas en campo, que ejemplifican el trabajo llevado a cabo en las estaciones de muestreo de la zona intermareal:



Nota: izquierda superior: colecta de muestra de macroinvertebrados y macroalgas; derecha superior: colecta de muestra de agua; izquierda inferior: registro de parámetros de lectura directa in situ; inferior derecha: colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas

Fuente: ERM, 2022

Figura 37 Fotografías de actividades de muestreo en la zona intermareal

Para visualizar el registro fotográfico por componente y por estación, ver Anexo 5 Fotolog Campo.

6.5.2 Submareal

Las actividades de muestreo en zona submareal abarcaron ciento seis (106) estaciones a lo largo del litoral costero que comprende desde el distrito de Chorrillos, Lima hasta la zona de Punta Salinas, Huacho, y ciento sesenta y tres (163) estaciones en la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras – Grupo de Pescadores.

El muestreo del componente abiótico de sedimentos y el componente biótico de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas se realizó en las siguientes fechas:

- Inició el 03 de octubre del 2022 y finalizó el 19 de noviembre del 2022, abarcando 106 (de 106) estaciones fuera de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.
- Inició el 22 de noviembre del 2022 y finalizó el 15 de diciembre del 2022, abarcando 158 de 163 estaciones⁶, dentro de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Por otro lado, el muestreo del componente biótico de necton se realizó en las siguientes fechas:

- Inició el 14 de octubre del 2022 y finalizó el 03 de diciembre del 2022, abarcando 37 (de 37) estaciones, fuera de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.
- Inició el 06 de diciembre del 2022 y finalizó el 16 de diciembre del 2022, abarcando 10 (de 10) estaciones, dentro de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Para el caso del componente biótico de plancton, se realizó en las siguientes fechas:

- Inició el 15 de octubre del 2022 y culminó el 25 de noviembre del 2022, abarcando 106 (de 106) estaciones, fuera de la RNSIIPG – Grupo Pescadores
- Inició el 26 de noviembre del 2022 y culminó el 14 de diciembre del 2022, abarcando 10 (de 10) estaciones, dentro de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Para el caso del componente abiótico de agua, se realizó en las siguientes fechas:

- Inició el 15 de octubre del 2022 y culminó el 25 de noviembre del 2022, abarcando 106 (de 106) estaciones, fuera de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.
- Inició el 26 de noviembre del 2022 y culminó el 14 de diciembre del 2022, abarcando 04 (de 10) estaciones, dentro de la RNSIIPG – Grupo Pescadores.

6.5.2.1 Logística

La logística para el muestreo en cada estación consideró el uso de equipos para la toma de muestras del medio biótico, incluyendo fitoplancton cuantitativo y cualitativo, macroinvertebrados bentónicos, macroalgas y necton, y del medio abiótico para sedimentos y agua. Las muestras colectadas fueron posteriormente llevadas a analizar al laboratorio acreditado. El detalle de la logística del muestreo se puntualiza a continuación:

- El laboratorio responsable para el análisis de muestras fue CEIMIC PERÚ SAC.
- Se utilizaron tres (03) embarcaciones: una embarcación estuvo destinada a la toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos, macroalgas y sedimentos; la segunda embarcación, contempló la toma de muestras de plancton (fitoplancton cuantitativo y cualitativo, ictioplancton y zooplancton) y agua, y la tercera embarcación estuvo destinada a la toma de muestras del necton. Las embarcaciones contaron con personal del laboratorio y supervisores de ERM.

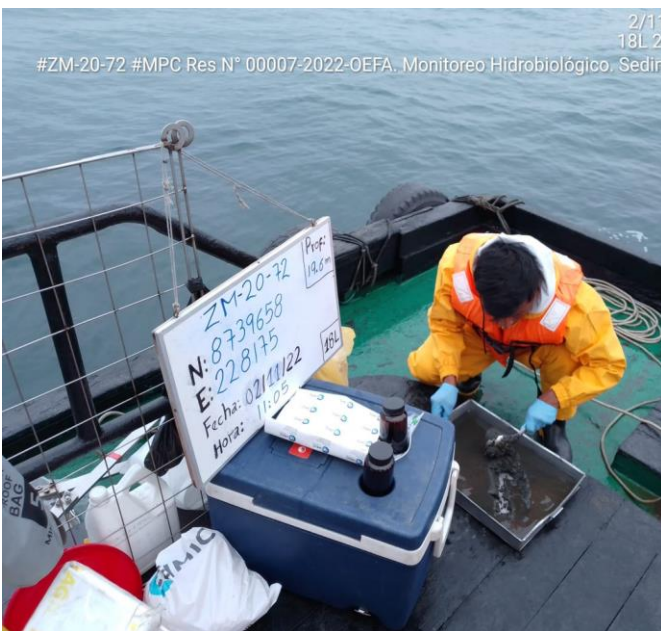
⁶ Ver Limitaciones

- De igual manera, en la embarcación destinada al muestreo de macroinvertebrados bentónicos, macroalgas y sedimentos se trabajó con 2 buzos certificados, encargados de obtener muestras de los macroinvertebrados que habitan en el sustrato duro.
- Equipos de muestreo para fitoplancton: botella Niskin (fitoplancton cuantitativo en zona submareal) y red estándar de plancton de 75 µm de abertura de poro (fitoplancton cualitativo en zona submareal).
- Equipos de muestreo para zooplancton e ictioplancton: red de doble aro (baby bongo) provista con dos mallas de 150 y 300 µm de abertura de poro, provistas con un flujómetro para medir el volumen filtrado.
- Equipos de muestreo de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas: el muestreo fue realizado por medio de una cuadrata metálica (para zonas con sustrato rocoso), una draga Van Veen (para zonas con sustrato blando) y un dron submarino (filmaciones).
- Equipos de muestreo para necton: tren de tres redes agalleras con mallas de 2, 3 y 5 pulgadas cada una (cada tren instalado en superficie y fondo). Se empleará también espineles o “palangres” con tamaño de anzuelo de 2 y 3 cm con un número de 15 anzuelos por cada tamaño (palangre en superficie y fondo). Asimismo, pesca con pinta (línea de mano) con diferentes tamaños de anzuelo de 2 y 3 cm de altura e instalación de nasas.

Actividades de muestreo

- Se realizó el traslado del personal de laboratorio y supervisores de ERM hacia el puerto más cercano a las estaciones de muestreo programadas.
- Según cada equipo designado por embarcación, se procedió al traslado a la estación de muestreo para la colecta de muestras bióticas y abióticas.
- Luego de la toma de muestras por componente, el personal de laboratorio procedió a preservarlas y resguardarlas, para ser transportadas al laboratorio para su posterior análisis.

A continuación, se muestran algunas fotografías tomadas en campo, que ejemplifican el trabajo llevado a cabo en las estaciones de muestreo de la zona submareal:



Nota: izquierda superior: colecta de muestra de necton; derecha superior: colecta de muestra de plancton; izquierda inferior: Colecta de muestra de sedimentos; inferior derecha: colecta de muestra de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas

Fuente: ERM, 2022

Figura 38 Fotografías de actividades de muestreo en la zona intermareal

Para visualizar el registro fotográfico por componente y por estación, ver Anexo 5 Fotolog Campo.

6.6 Limitaciones

A continuación, se presentan las limitaciones identificadas durante las actividades de campo:

- Para la zona intermareal, la estación B-ZI-01 fue cancelada por condiciones de seguridad en playa Marquéz, Callao para el personal y equipos en campo.
- Para la zona submareal, el muestreo de sedimentos, macroinvertebrados bentónicos y macroalgas en las estaciones GP-50-13, GP-50-14, GP-30-160, GP-50-61 y GP-50-34 ubicadas en la RNSIIPG – Grupo Pescadores fueron canceladas, debido a que, por condiciones del mar (oleaje, corrientes y viento), sumado a la presencia de bajos o promontorios rocosos, que generaban riesgo para la integridad de la embarcación y el personal, no permitieron la toma de muestras de manera segura (ver Anexo 13 Soporte - Estaciones canceladas).
- Para la zona submareal, el muestreo de agua y plancton en las estaciones GP-50-13, GP-50-14, GP-50-40, GP-50-34, GP-50-61 y GP-30-156 ubicadas en la RNSIIPG – Grupo Pescadores fueron canceladas, debido a que, por condiciones del mar (oleaje, corrientes y viento), sumado a la presencia de bajos o promontorios rocosos, que generaban riesgo para la integridad de la embarcación y el personal, no permitieron la toma de muestras de manera segura
- En relación con el Índice Biótico Marino (AMBI, por sus siglas en inglés), este podía ser aplicado únicamente en áreas donde se encuentren fondos blandos (de tipo fangosos, arenosos o una combinación de ambos). Dicho índice tiene como finalidad medir el estado ecológico en comunidades macrobentónicas de fondo blando de un área marina costera. No obstante, según la Guía y Criterios de aplicación del Índice Biótico Marino Azti (AMBI) y AMBI Multivariado (M-AMBI) en ambientes marinos someros de la costa central y sur de Perú (Quipuzcoa L., et al. 2019), su aplicabilidad considera valores ad hoc, previamente calibrados y estandarizados, según indica el mismo trabajo antes mencionado. La guía antes citada, tiene como objetivo:
 - Describir los pasos principales de aplicación del AMBI y M-AMBI
 - Describir los criterios a usar para la aplicación del AMBI y M-AMBI en el ecosistema marino peruano
 - Explicar el proceso de recolección, selección, análisis de los datos e interpretación
 - Ofrecer valores y puntos de referencia calibrados, verificados y estandarizados para la evaluación de la calidad ambiental marina costera del centro y sur del Perú
 - Informar sobre el alcance y limitaciones a considerar en la aplicación del AMBI y M-AMBI.
 - En este sentido, el análisis consta de ciertas condicionantes que limitan su aplicación, tales como:
 - Es importante que el área de estudio comprenda ambientes sublitorales cuyas características sedimentarias correspondan a fondos blandos, pudiendo ser de tipo fangoso (limo-arcilla), arenoso (fina-gruesa), con conchuela o la combinación de estas (fango-arenoso, areno-fangoso, en diferentes porcentajes en su composición.
 - Es igualmente importante que las áreas o localidades no experimenten impactos físicos, como remociones o arrastres.
 - Muestras provenientes de fondos duros (muestras de fondos rocosos, orillas rocosas, terrazas sólidas de fondos someros, etc.) no deberán ser tomadas en cuenta en los análisis del índice AMBI.
 - La captura por dragado debe ser porcentualmente mayor al 40-50% del área de mordida y con un mínimo de dos a tres réplicas por punto de muestreo.

- Sitios de calibración usados en Perú corresponden al borde costero comprendido entre los 9° y 16°S, se consideraron bahías caracterizadas por estar cerradas como Ferrol y Samanco, o semi-abiertas o abiertas como Huacho, Callao, Miraflores, Pisco-Paracas y Marcona.
- Ambientes marinos someros que muestran un rango batimétrico menor a 50 m.
- Sobre las especies recolectadas, la resolución taxonómica al máximo nivel posible (óptimo al nivel de especie); se requiere un número mínimo de especies; quitar especies invertebrados no bentónicos quitar especies de aguas continentales; quitar juveniles si la especie es NO identificada; quitar especies de sustrato no blando; quitar epifaunales y planctónicas.

A continuación (Figura 39), se presentan los valores de referencia calibrados para el M-AMBI, según estratos de profundidad.

	AMBI	Diversidad	Riqueza específica	
Malo	5,70	0	1	Estrato I
Muy Bueno	0	2,81	23	(0-10 m)
Malo	4,50	0	1	Estrato II
Muy Bueno	0	3,1	17	(>10-30 m)
Malo	4,50	0	1	Estrato III
Muy Bueno	0	2,69	13	(>30-50 m)

Fuente: Guía y Criterios de aplicación del Índice Biótico Marino Azti (AMBI) y AMBI Multivariado (M-AMBI)
Figura 39 Valores de referencia AMBI (Quipuzcoa L., et al., 2019).

Por las limitaciones anteriores, no se aplicó el índice AMBI a la comunidad macrobentónica de este monitoreo, ya que de 270 estaciones sólo 144 tienen el sustrato requerido, considerando: fangoso, con conchuela, arenoso y combinaciones de los mismos. De esas 144 sólo 135 estaciones cumplen con el criterio de profundidad, de las cuales B-M-05, B-M-06, B-M-10 y B-M-11 se ubican al norte de Huacho que podría ser parte de los sitios de calibración, 23 se ubican en la Zona Reservada de Ancón fuera de los sitios calibrados y 47 son parte de la zona RNSIIPG - Grupo Pescadores, también fuera de los sitios de calibración.

Adicionalmente, el máximo de riqueza encontrado en este muestreo fue de 14 especies, proveniente de la estación GP-50-47 ubicada en el área de Islas, no obstante, la diversidad de Margalef es de 2.34 y Shannon-Wiener=1.81, por lo que según la Figura 39, no cumple con los requisitos.

Dado los argumentos sobre las limitaciones para la aplicabilidad de este índice, como lo menciona la guía referida, se desestima la aplicación AMBI, para los fines del presente Informe.

- Durante las actividades de campo, debido a condiciones climatológicas se presentaron cierres de puerto emitidos bajo Resolución de Capitanía de Puerto de Chancay (ver Anexo 13).

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados para el medio abiótico, el cual incluye los resultados de agua, sedimentos y tejido biológico, y para el medio biótico, el cual incluye los resultados de plancton, macroinvertebrados bentónicos y macroalgas, y necton.

7.1 Medio abiótico

7.1.1 Resultados de los parámetros fisicoquímicos en agua

Para el análisis de los resultados de lecturas directas (*In Situ*) de parámetros, parámetros de registro en columna de agua y resultados de laboratorio en agua de mar, se presenta a continuación el resumen de los resultados promedio de cada parámetro, por intervalos de profundidad cada 5 metros, según aplique, desde superficie hasta la máxima profundidad registrada, o fondo. Los resultados analíticos por estación se encuentran en el Anexo 7, los resultados de lecturas directas (*In Situ*) por estación se encuentran en el Anexo 4. Los mapas con las distribuciones por estación para cada parámetro, según aplique, se encuentran en el Anexo 12.

7.1.1.1 Área de Monitoreo

Lecturas directas (*In Situ*)

pH

Para la medición de pH en el área de monitoreo se realizó la lectura en 40 estaciones, de las cuales 24 pertenecen a la zona intermareal, y 16 estaciones pertenecen al intervalo superficial de la zona submareal. Los valores de pH promedio varían en un rango entre 7.2 y 8.2. En general, el pH permanece neutral en el área de monitoreo, aunque los valores más alcalinos se observan en la zona submareal, y más ácidos en la zona intermareal. La Tabla 13 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de pH por zona, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 40 muestra el mapa con la distribución de pH por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 13 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – Área de Monitoreo

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	7.2	0.5	6.0	8.0
Submareal (Superficial)	8.2	0.2	7.9	8.4

Fuente: ERM, 2023

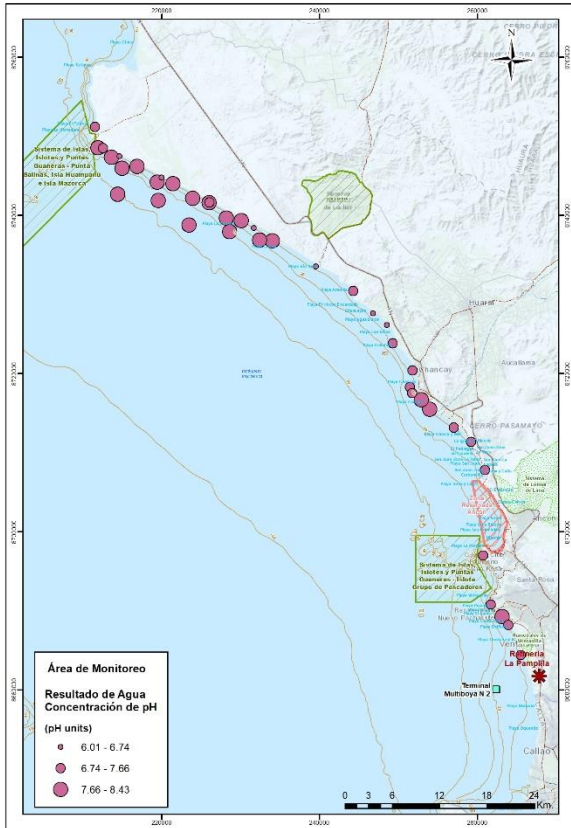


Figura 40 Mapa con resultados de pH en agua por estación – Área de Monitoreo

Fuente: ERM, 2023

Temperatura

Para la medición de temperatura en el área de monitoreo se realizó la lectura en 40 estaciones, de las cuales 24 pertenecen a la zona intermareal, y 16 estaciones pertenecen al intervalo superficial de la zona submareal. La temperatura promedio varía en un rango entre 14.8 y 15.9 °C. En general, la zona submareal presenta los valores más cálidos, y la zona intermareal más fríos. La Tabla 14 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de temperatura por zona, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 41 muestra el mapa con la distribución de temperatura por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 14 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – Área de Monitoreo

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	14.8	0.7	13.8	16.6
Submareal (Superficial)	15.9	0.9	14.4	17.1

Fuente: ERM, 2023

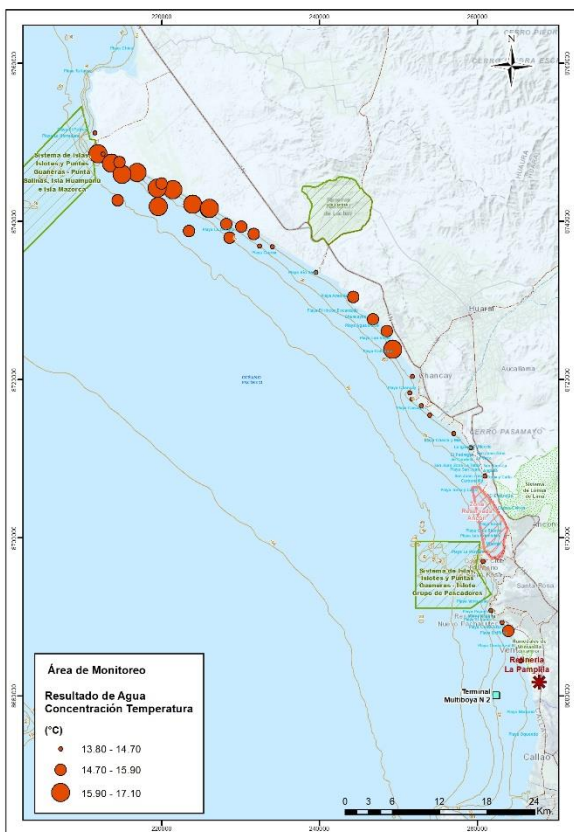


Figura 41 Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – Área de Monitoreo

Fuente: ERM, 2023

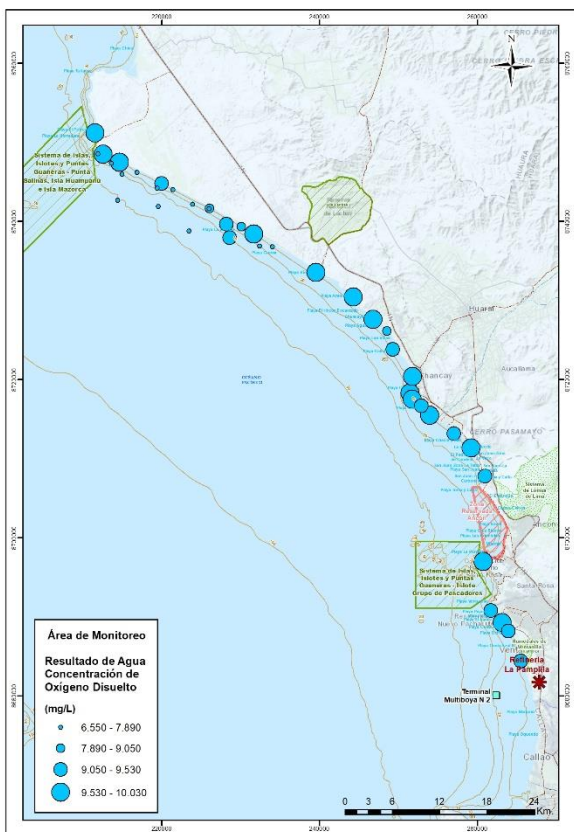
Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en el área de monitoreo, se realizó la lectura en 40 estaciones, de las cuales 24 pertenecen a la zona intermareal, y 16 estaciones pertenecen al intervalo superficial de la zona submareal. La concentración de oxígeno disuelto promedio varía en un rango entre 7.77 y 9.58 mg/L. En general, la zona intermareal presenta mayor saturación en comparación con la zona submareal. La Tabla 15 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de la concentración de oxígeno disuelto por zona, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 42 muestra el mapa con la distribución de la concentración de oxígeno disuelto por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 15 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – Área de Monitoreo

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	9.58	0.33	8.75	10.03
Submareal (Superficial)	7.77	0.80	6.55	9.29

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 42 Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto en agua por estación – Área de Monitoreo

Parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila)

Temperatura

Para la medición de temperatura en el área de monitoreo se realizó la lectura en 36 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 8 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 9 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, y 15 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La temperatura promedio varía en un rango entre 13.4 y 16.2 °C a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad presenta una mayor temperatura, y en el intervalo mayor a 25 metros de profundidad se reportan las temperaturas más bajas registradas. La Tabla 19 muestra el resumen de los resultados de temperatura en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 16 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	16.2	1.7	13.9	23.3
5 a 10 m	14.3	0.4	13.6	16.2

10 a 15 m	13.8	0.2	13.4	14.5
15 a 20 m	13.6	0.2	13.3	14.3
20 a 25 m	13.5	0.1	13.3	14.2
Mayor a 25 m	13.4	0.1	13.3	13.7

Fuente: ERM, 2023

Salinidad

Para la medición de salinidad en el área de monitoreo se realizó la lectura en 36 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 8 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 9 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, y 15 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La salinidad promedio varia en un rango entre 34.7 y 34.9 PSU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es menos salino. En la Tabla 17 se muestra el resumen de los resultados de salinidad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 17 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	34.7	0.4	31.9	35.5
5 a 10 m	34.9	0.0	34.5	35.0
10 a 15 m	34.9	0.0	34.8	35.0
15 a 20 m	34.9	0.0	34.9	34.9
20 a 25 m	34.9	0.0	34.9	34.9
Mayor a 25 m	34.9	0.0	34.8	34.9

Fuente: ERM, 2023

Oxígeno disuelto

Para la medición de oxígeno disuelto en el área de monitoreo, se realizó la lectura en 36 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 8 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 9 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, y 15 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de oxígeno disuelto promedio varia en un rango entre 0.16 y 5.76 mg/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es más anóxico, y el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad más saturado. La Tabla 18 muestra el resumen de los resultados de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 18 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	5.76	2.93	0.01	17.80
5 a 10 m	1.53	1.48	0.11	5.96

10 a 15 m	0.50	0.53	0.01	3.50
15 a 20 m	0.24	0.24	0.02	1.95
20 a 25 m	0.17	0.10	0.01	0.57
Mayor a 25 m	0.16	0.14	0.00	1.16

Fuente: ERM, 2023

Conductividad

Para la medición de conductividad en el área de monitoreo se realizó la lectura en 36 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 8 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 9 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, y 15 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La conductividad promedio varía en un rango entre 4.016 y 4.208 S/m a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 5 a 10 metros de profundidad es más conductor, y el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad es menos conductor. La Tabla 19 muestra el resumen de los resultados de conductividad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 19 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	4.016	0.862	0.403	4.703
5 a 10 m	4.208	0.038	4.125	4.394
10 a 15 m	4.167	0.024	4.123	4.235
15 a 20 m	4.149	0.019	4.122	4.216
20 a 25 m	4.140	0.014	4.122	4.202
Mayor a 25 m	4.134	0.012	4.104	4.161

Fuente: ERM, 2023

Turbidez

Para la medición de turbidez en el área de monitoreo se realizó la lectura en 36 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 8 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 9 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, y 15 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La turbidez promedio varía en un rango entre 0.7 a 2.5 FTU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad es más turbio, y el intervalo de 20 a 25 metros de profundidad es menos turbio. La Tabla 20 muestra el resumen de los resultados de turbidez en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 20 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	2.5	1.8	0.8	12.3
5 a 10 m	1.4	1.9	0.3	18.0

10 a 15 m	0.9	0.6	0.3	5.7
15 a 20 m	0.9	0.9	0.2	7.0
20 a 25 m	0.7	0.4	0.2	3.6
Mayor a 25 m	1.0	0.7	0.2	3.9

Fuente: ERM, 2023

Clorofila

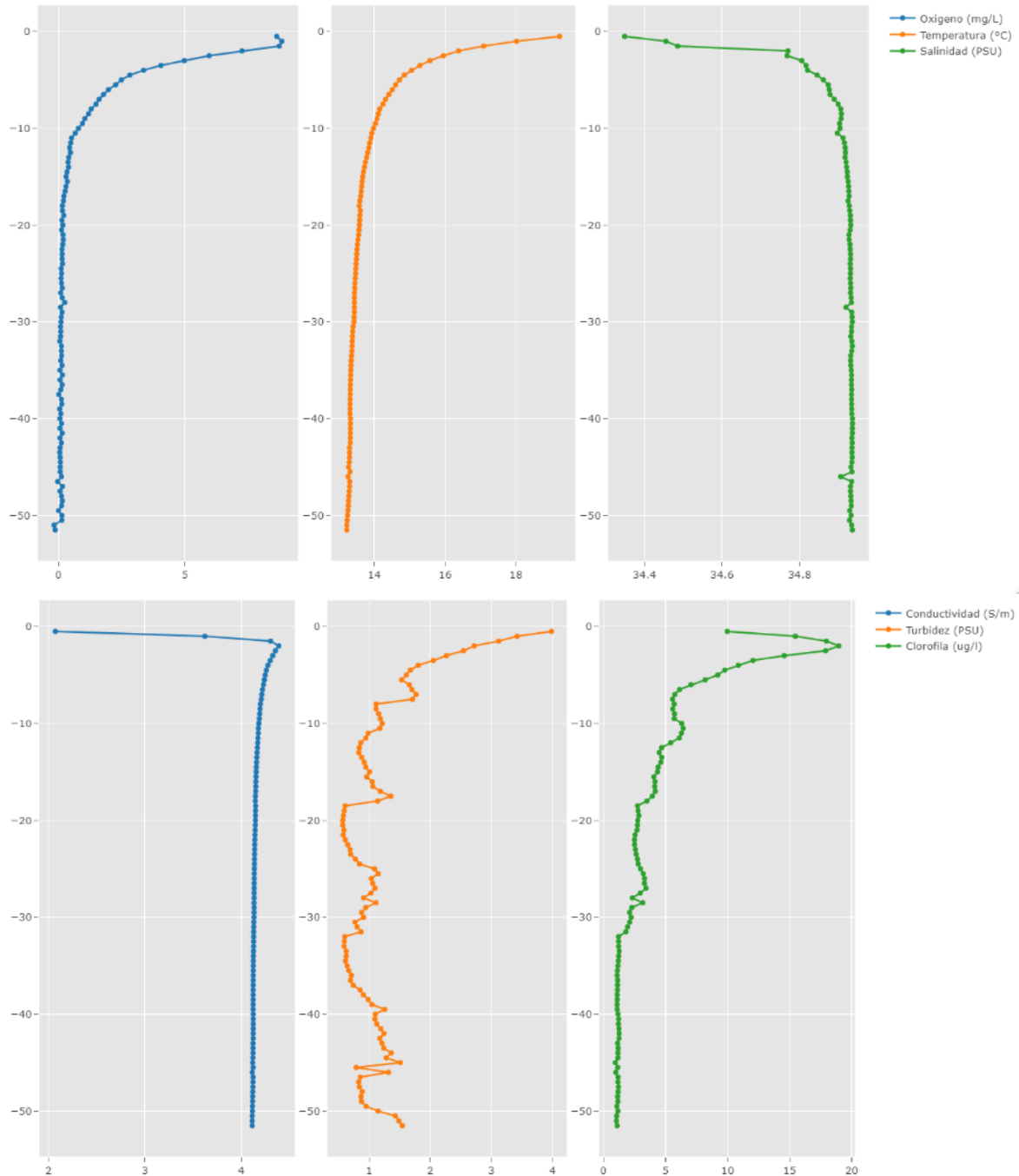
Para la medición de la concentración de clorofila en el área de monitoreo se realizó la lectura en 36 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 8 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 9 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, y 15 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de clorofila promedio varía en un rango entre 2.7 a 13.4 ug/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad presenta mayor concentración de clorofila, y el intervalo de 20 a 25 metros de profundidad presenta menor concentración. La Tabla 21 muestra el resumen de los resultados de la concentración de clorofila en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 21 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	13.4	13.8	0.6	49.1
5 a 10 m	6.2	5.8	0.5	45.7
10 a 15 m	5.2	5.9	0.4	47.4
15 a 20 m	3.5	2.6	0.3	13.9
20 a 25 m	2.7	1.4	0.2	7.5
Mayor a 25 m	2.9	2.2	0.2	11.4

Fuente: ERM, 2023

En la Figura 43 se presenta en Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) – Área de Monitoreo.



Fuente: ERM, 2023

Figura 43 Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) – Área de Monitoreo

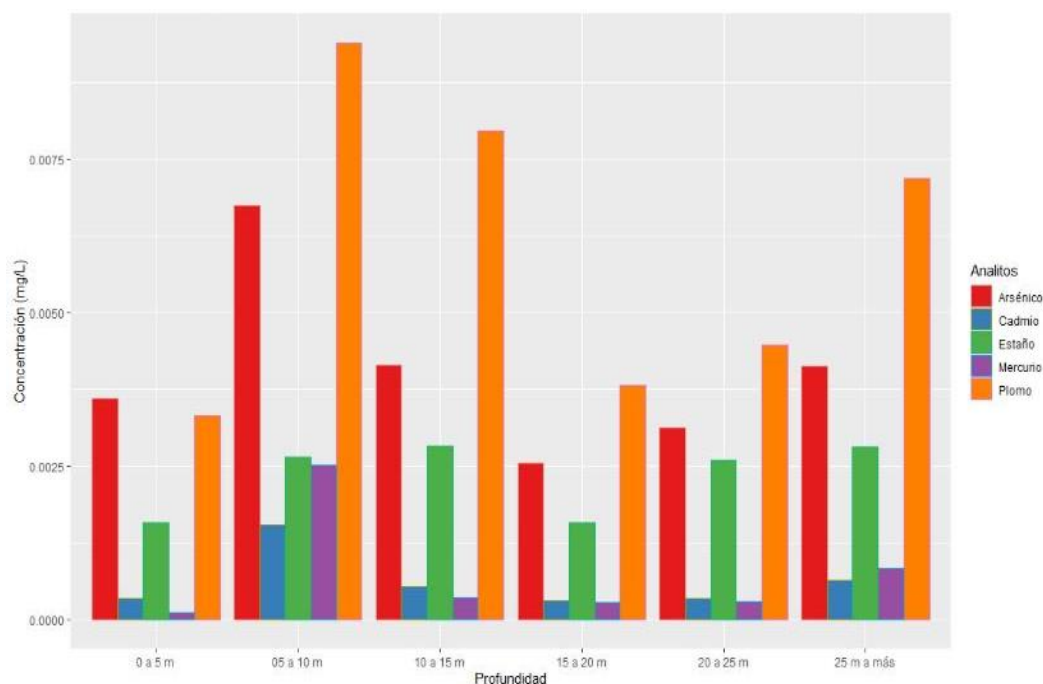
Parámetros para análisis de laboratorio en agua de mar

Metales Pesados

Para el análisis de metales en el área de monitoreo se recolectaron muestras en 24 estaciones en la zona intermareal, y en 57 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo

entre 0 a 5 metros de profundidad, 8 estaciones al intervalo entre 5 a 10 metros, 13 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 10 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 4 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 21 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Adicionalmente, para cada estación de la zona submareal se tomó una muestra a nivel superficial, a un metro de profundidad aproximadamente. A continuación, se resume únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz agua, por existir solo para éstos, uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en agua se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 0.00423 a 0.01126 mg/L; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.00026 a 0.00299 mg/L; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 0.00336 a 0.00951 mg/L; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.000060 a 0.000560 mg/L; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.0011 a 0.0024 mg/L. De manera general, para As y Cd el intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con intervalos más superficiales; mientras que, para Pb, Hg y Sn el intervalo más somero, entre 0 a 5 metros de profundidad presenta las mayores concentraciones promedio. La Tabla 22 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 44 muestra el resumen de los resultados analíticos para los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en la Figura 45 y Figura 46. Los mapas mostrados en estas figuras se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en agua (superficie y fondo), con su distribución por estación.



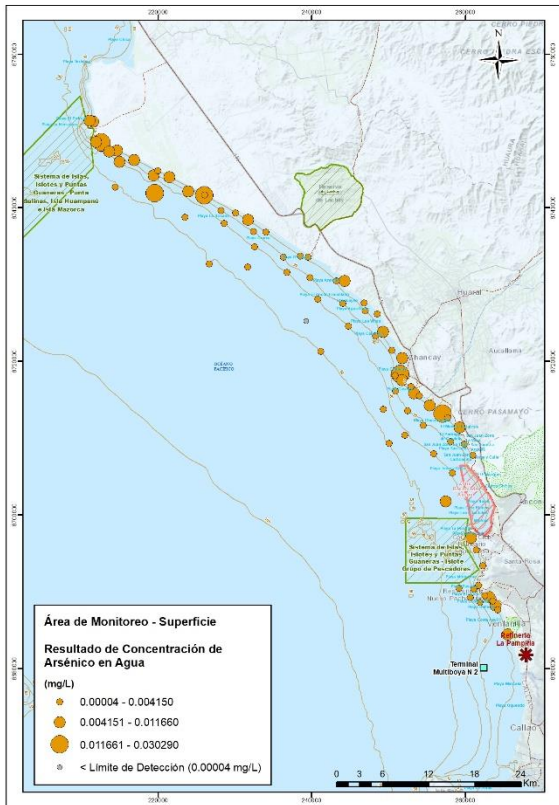
Fuente: ERM, 2023

Figura 44 Resumen de resultados de metales en agua – Área de Monitoreo

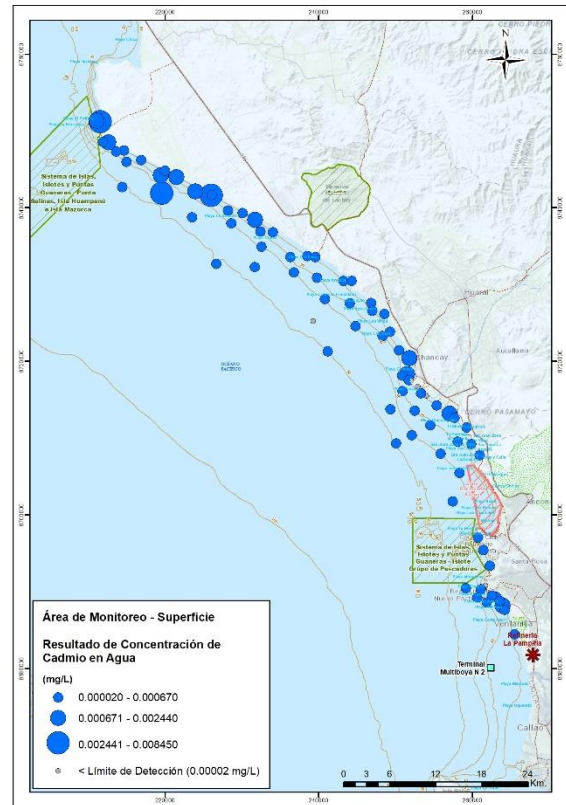
Tabla 22 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – Área de Monitoreo

Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	0.00469	0.00501	0.00089	0.03029
	5 a 10 m	0.00685	0.00873	0.00165	0.02946
	10 a 15 m	0.00423	0.00301	0.00155	0.01273
	15 a 20 m	0.00817	0.01511	0.00173	0.05328
	20 a 25 m	0.01126	0.00907	0.00291	0.02626
	Mayor a 25 m	0.00809	0.01613	0.00084	0.07592
Cadmio	0 a 5 m	0.00065	0.00134	0.00004	0.00845
	5 a 10 m	0.00026	0.00019	0.00003	0.00062
	10 a 15 m	0.00041	0.00024	0.00013	0.00110
	15 a 20 m	0.00031	0.00009	0.00019	0.00046
	20 a 25 m	0.00299	0.00483	0.00009	0.01135
	Mayor a 25 m	0.00086	0.00241	0.00008	0.01108
Plomo	0 a 5 m	0.00951	0.01469	0.00125	0.10734
	5 a 10 m	0.00400	0.00190	0.00160	0.00714
	10 a 15 m	0.00655	0.00417	0.00155	0.01601
	15 a 20 m	0.00537	0.00356	0.00097	0.01277
	20 a 25 m	0.00336	0.00055	0.00250	0.00401
	Mayor a 25 m	0.00501	0.00293	0.00065	0.01072
Mercurio	0 a 5 m	0.000560	0.002360	0.000010	0.016070
	5 a 10 m	0.000400	0.000840	0.000010	0.002450
	10 a 15 m	0.000060	0.000030	0.000030	0.000110
	15 a 20 m	0.000070	0.000040	0.000020	0.000120
	20 a 25 m	0.000070	0.000010	0.000060	0.000080
	Mayor a 25 m	0.000170	0.000340	0.000000	0.001530
Estaño	0 a 5 m	0.0024	0.0019	0.0010	0.0035
	5 a 10 m	0.0011	0.0004	0.0006	0.0016
	10 a 15 m	0.0011	0.0005	0.0006	0.0020
	15 a 20 m	0.0022	0.0028	0.0006	0.0090
	20 a 25 m	0.0020	0.0010	0.0010	0.0029
	Mayor a 25 m	0.0016	0.0008	0.0007	0.0032

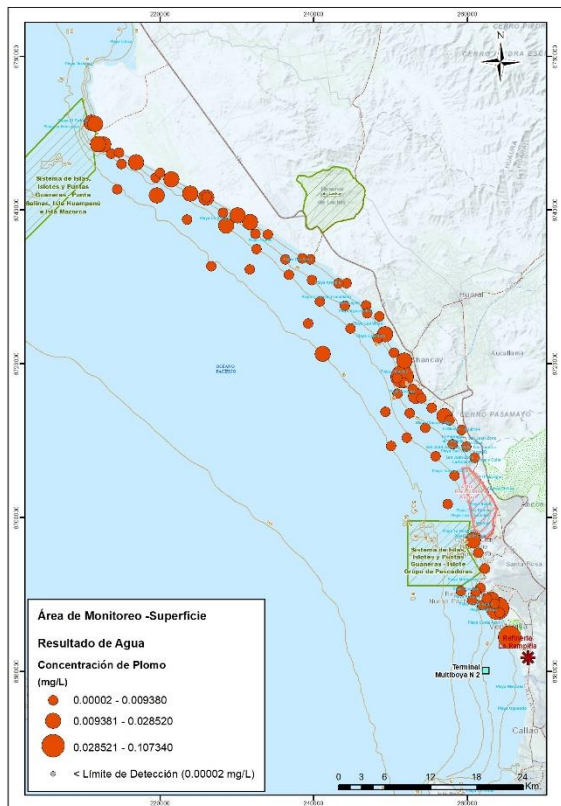
Fuente: ERM, 2023



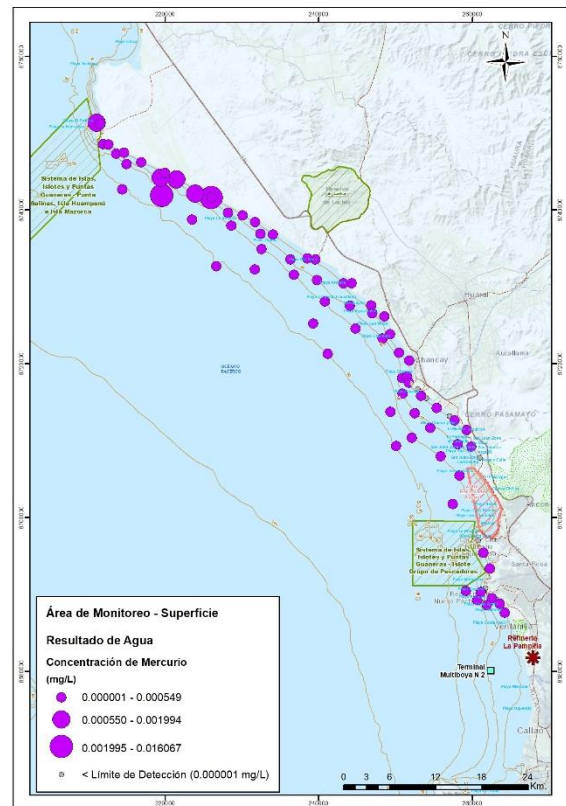
a)



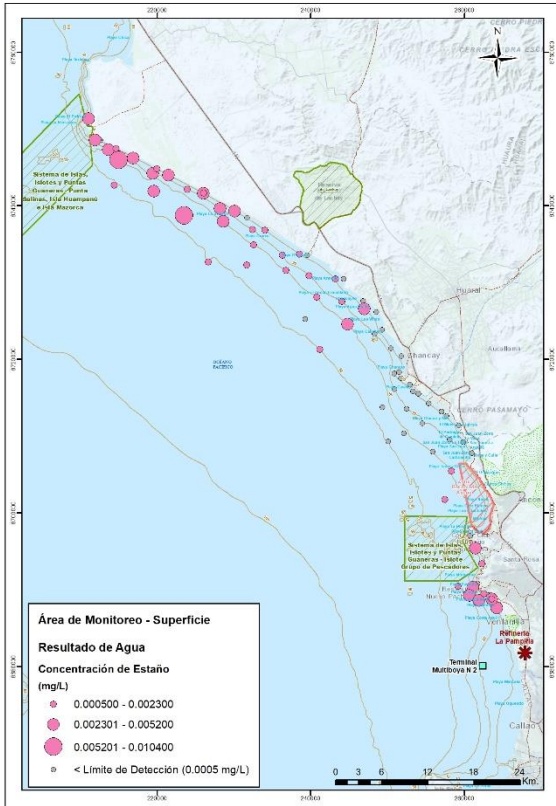
b)



c)



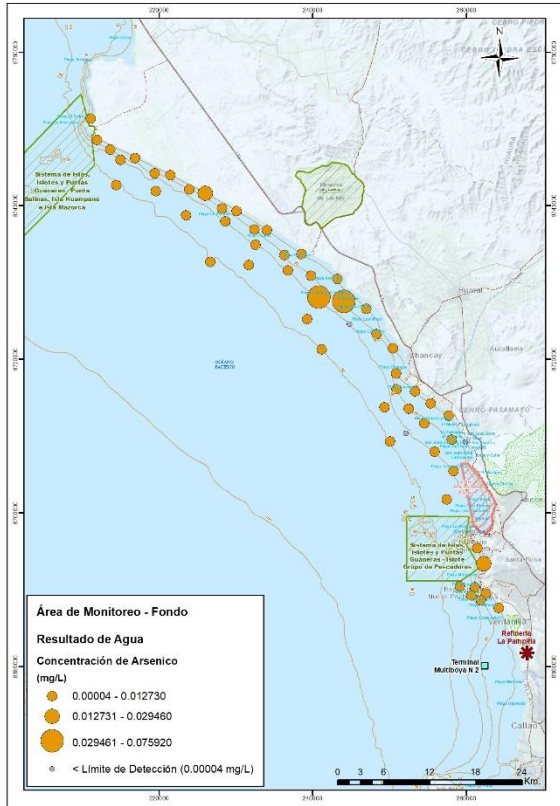
d)



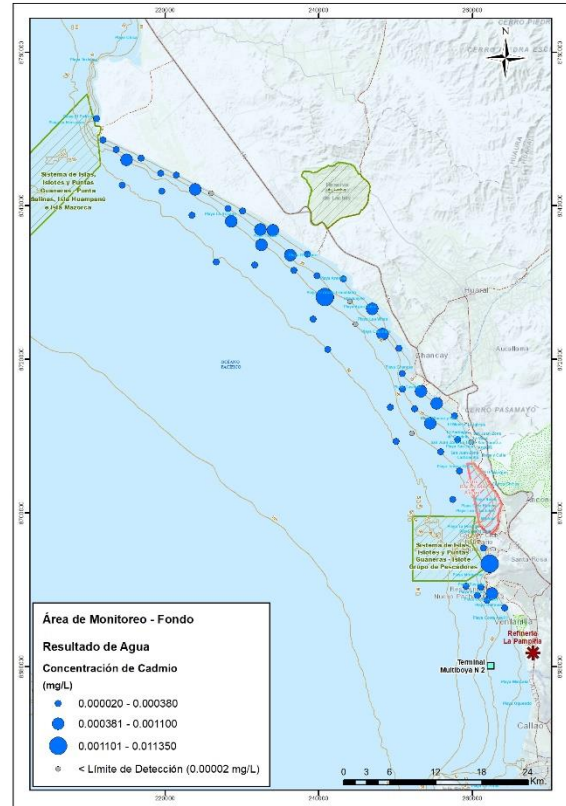
e)

Fuente: ERM, 2023

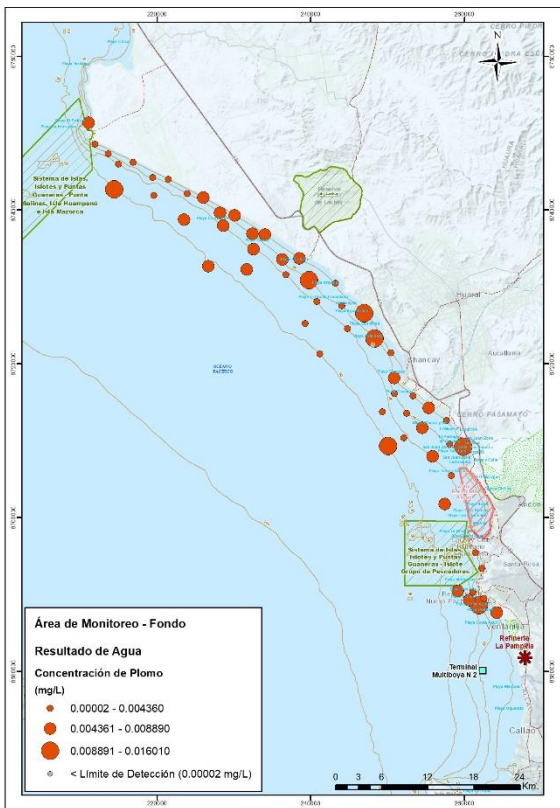
Figura 45 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie) – Área de Monitoreo



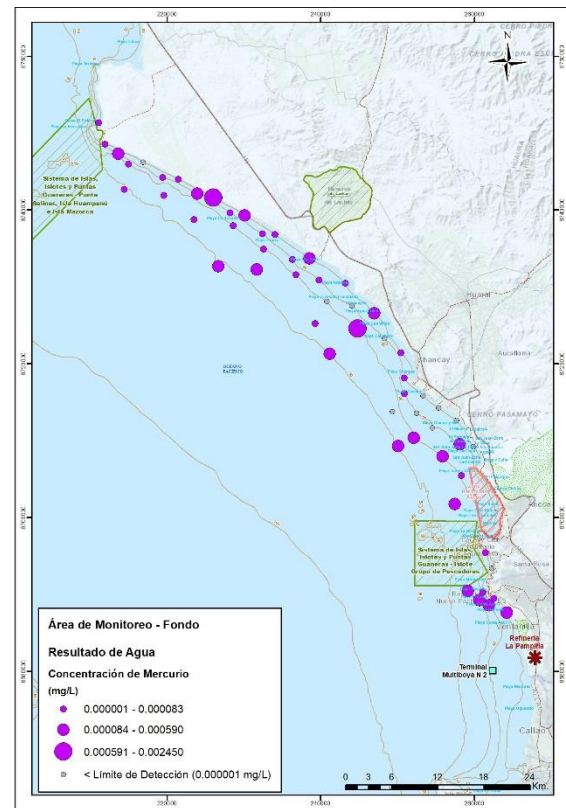
a)



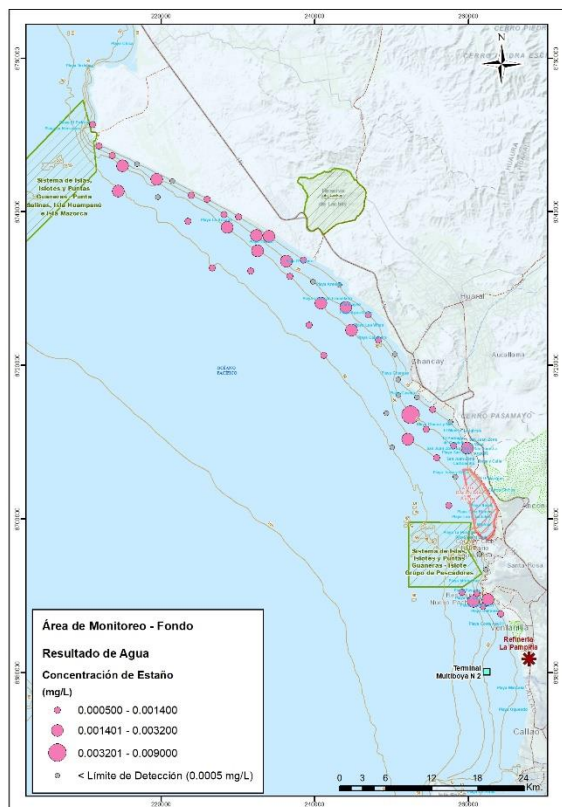
b)



c)



d)



e)

Figura 46 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo) – Área de Monitoreo

Fuente: ERM, 2023

Sulfuro de hidrógeno

Para el análisis de sulfuro de hidrógeno en el área de monitoreo se recolectaron muestras en 57 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad, 8 estaciones al intervalo entre 5 a 10 metros, 13 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 10 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 4 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 21 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada.

Con base en los resultados analíticos, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección (<0.001 mg/L), a excepción de la muestra ZM-20-64 del intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, con una concentración de 0.002 mg/L.

7.1.1.2 Zona Reservada de Ancón

Lecturas directas (In Situ)

pH

Para la medición de pH en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 3 estaciones, las cuales pertenecen a la zona intermareal. El valor de pH promedio es de 7.2. En general, el pH permanece neutral

en la Zona Reservada de Ancón. La Tabla 23 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de pH, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 47 muestra el mapa con la distribución de pH por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 23 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – ZRA

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	7.2	0.2	7.0	7.5

Fuente: ERM, 2023

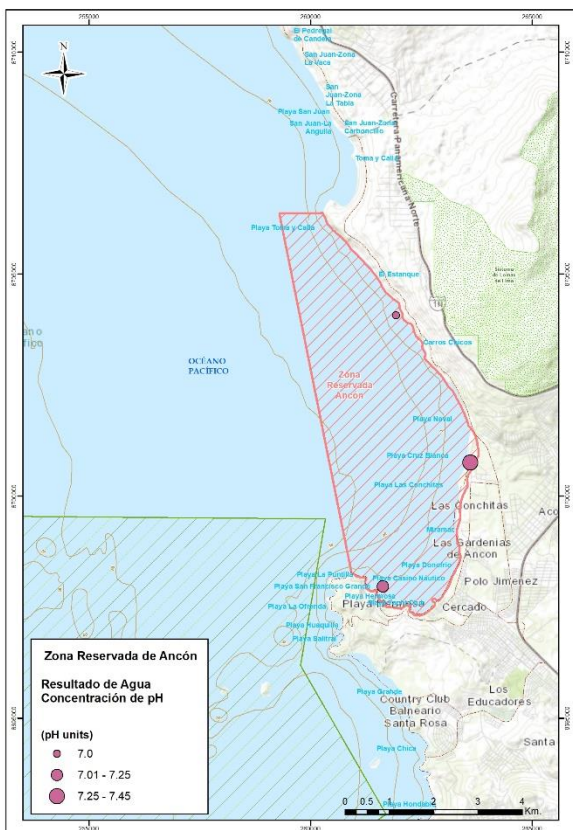


Figura 47 Mapa con resultados de pH en agua por estación – ZRA

Fuente: ERM, 2023

Temperatura

Para la medición de temperatura en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 3 estaciones, las cuales pertenecen a la zona intermareal. La temperatura promedio es 15.7 °C. La Tabla 24 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de temperatura, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 48 muestra el mapa con la distribución de temperatura por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 24 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – ZRA

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	15.7	2.5	14.0	18.6

Fuente: ERM, 2023

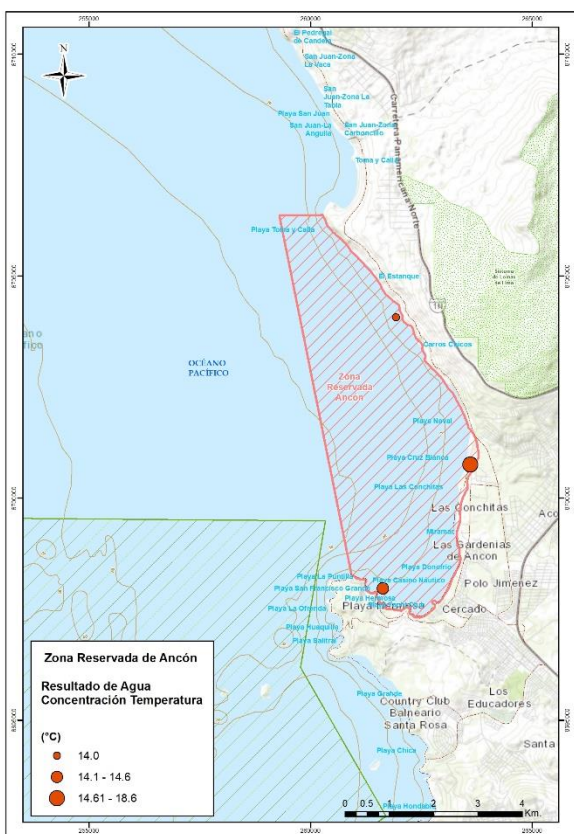


Figura 48 Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – ZRA

Fuente: ERM, 2023

Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 3 estaciones, las cuales pertenecen a la zona intermareal. La concentración de oxígeno disuelto promedio es 9.34 mg/L. En general, la zona intermareal presenta alta saturación. La Tabla 25 muestra el resumen de resultados de lecturas directas de la concentración de oxígeno disuelto, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 49 muestra el mapa con la distribución de la concentración de oxígeno disuelto por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 25 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – ZRA

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	9.34	0.49	8.84	9.82

Fuente: ERM, 2023

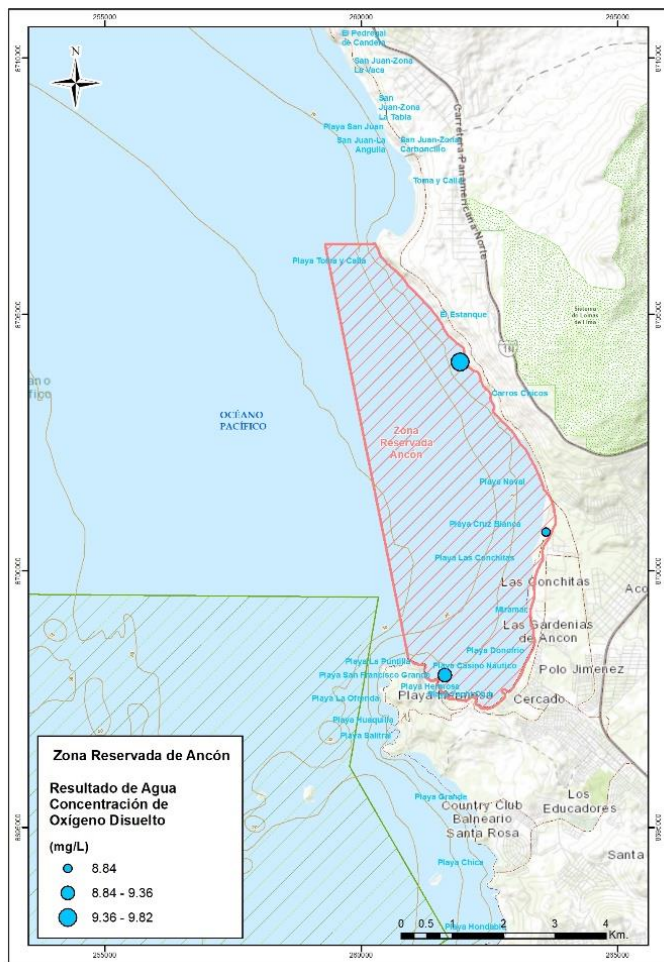


Figura 49 Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua por estación – ZRA

Fuente: ERM, 2023

Parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila)

Temperatura

Para la medición de temperatura en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 7 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La temperatura promedio varía en un rango entre 13.4 y 15.5 °C a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es más cálido, y el intervalo mayor a 20 metros de profundidad más frío. La Tabla 26 muestra el resumen de los resultados de temperatura en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 26 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	15.5	1.4	14.0	19.5
5 a 10 m	14.0	0.1	13.7	14.2
10 a 15 m	13.6	0.1	13.5	13.9
15 a 20 m	13.5	0.0	13.4	13.5
20 a 25 m	13.4	0.0	13.4	13.5
Mayor a 25 m	13.4	0.0	13.4	13.4

Fuente: ERM, 2023

Salinidad

Para la medición de salinidad en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 7 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La salinidad promedio varía en un rango entre 34.8 y 34.9 PSU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es menos salino. La Tabla 27 muestra el resumen de los resultados de salinidad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 27 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	34.8	0.2	33.9	35.2
5 a 10 m	34.9	0.0	34.9	34.9
10 a 15 m	34.9	0.0	34.9	34.9
15 a 20 m	34.9	0.0	34.9	34.9
20 a 25 m	34.9	0.0	34.9	34.9
Mayor a 25 m	34.9	0.0	34.9	34.9

Fuente: ERM, 2023

Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 7 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de oxígeno disuelto promedio varía en un rango entre 0.09 y 5.12 mg/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es más anóxico, y el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad más saturado. La Tabla 28 muestra el resumen de los resultados de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 28 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	5.12	3.36	1.03	11.35
5 a 10 m	0.89	0.36	0.21	1.85
10 a 15 m	0.26	0.18	0.08	1.15
15 a 20 m	0.13	0.03	0.09	0.19
20 a 25 m	0.10	0.02	0.05	0.13
Mayor a 25 m	0.09	0.04	0.01	0.13

Fuente: ERM, 2023

Conductividad

Para la medición de conductividad en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 7 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La conductividad promedio varía en un rango entre 3.805 y 4.180 S/m a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 5 a 10 metros de profundidad es más conductor, y el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad es menos conductor. La Tabla 29 muestra el resumen de los resultados de conductividad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 29 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	3.805	1.002	0.508	4.451
5 a 10 m	4.180	0.011	4.151	4.203
10 a 15 m	4.146	0.011	4.135	4.178
15 a 20 m	4.134	0.003	4.129	4.138
20 a 25 m	4.132	0.003	4.127	4.136
Mayor a 25 m	4.129	0.002	4.127	4.132

Fuente: ERM, 2023

Turbidez

Para la medición de turbidez en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 7 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La turbidez promedio varía en un rango entre 1.0 a 4.3 FTU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es más turbio, y los intervalos de 5 a 10 metros y 15 a 20 metros de profundidad son menos turbios. La Tabla 30 muestra el resumen de los resultados de turbidez en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 30 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	1.4	0.5	0.8	2.9
5 a 10 m	1.0	0.2	0.7	2.0
10 a 15 m	1.1	0.5	0.6	3.1
15 a 20 m	1.0	0.3	0.6	2.2
20 a 25 m	1.7	1.0	0.6	3.8
Mayor a 25 m	4.3	2.2	0.9	6.7

Fuente: ERM, 2023

Clorofila

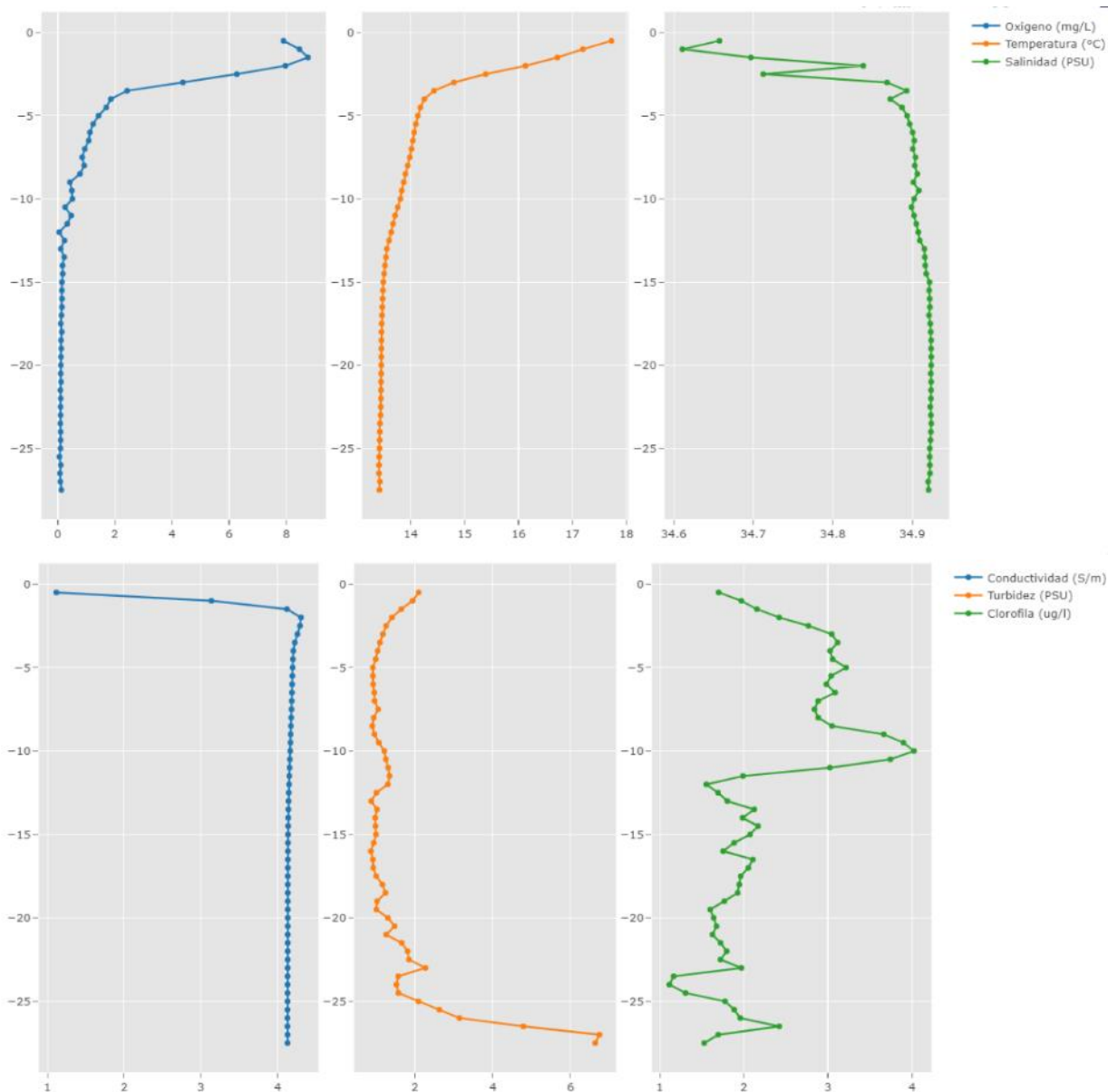
Para la medición de la concentración de clorofila en la Zona Reservada de Ancón se realizó la lectura en 7 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de clorofila promedio varía en un rango entre 1.6 a 3.2 ug/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 5 a 10 metros de profundidad presenta mayor concentración de clorofila, y el intervalo de 20 a 25 metros de profundidad presenta menor concentración. La Tabla 31 muestra el resumen de los resultados de la concentración de clorofila en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 31 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	2.6	0.7	1.2	4.4
5 a 10 m	3.2	1.2	2.2	9.1
10 a 15 m	2.2	1.5	1.1	9.1
15 a 20 m	1.9	0.5	1.0	3.2
20 a 25 m	1.6	0.5	1.0	2.7
Mayor a 25 m	2.0	0.5	1.5	3.1

Fuente: ERM, 2023

En la Figura 50 se presenta el resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) - ZRA



Fuente: ERM, 2023

Figura 50 Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) - ZRA

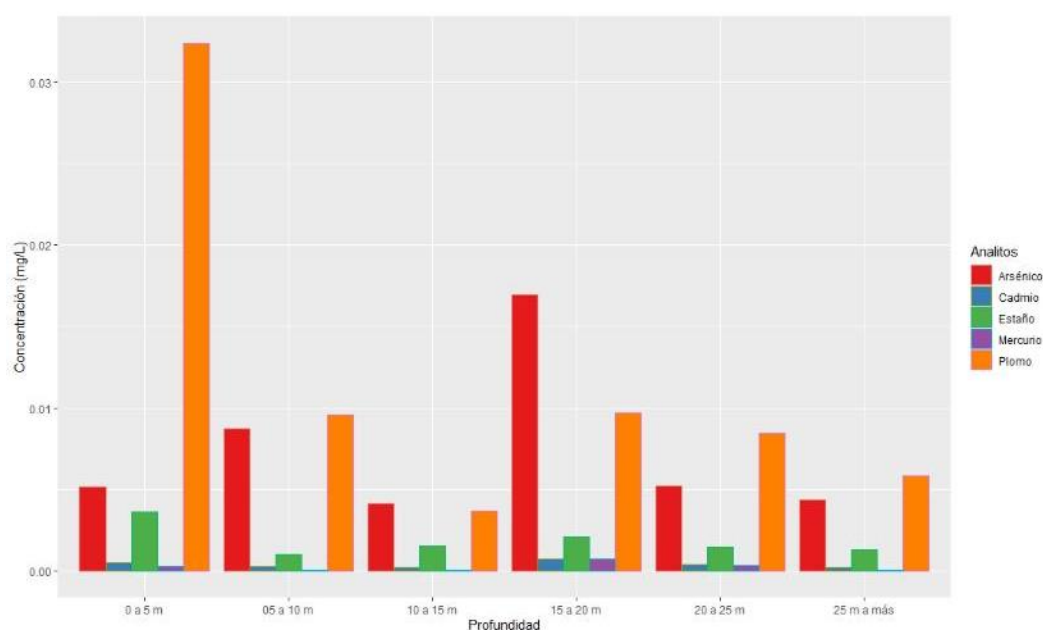
Parámetros para análisis de laboratorio en agua de mar

Metales Pesados

Para el análisis de metales en la Zona Reservada de Ancón se recolectaron muestras en 3 estaciones en la zona intermareal, y en 25 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad, 6 estaciones al intervalo entre 5 a 10 metros, 5 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 3 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 6 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 4 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Adicionalmente, para cada estación de la zona submareal se tomó una

muestra a nivel superficial, a un metro de profundidad aproximadamente. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz agua, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en agua se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 0.00378 a 0.01277 mg/L; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.00017 a 0.00037 mg/L; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 0.00315 a 0.00824 mg/L; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.000044 a 0.000507 mg/L; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.0015 a 0.0240 mg/L. De manera general, para As, Cd, Pb y Hg los intervalos más someros presentan mayores concentraciones promedio en comparación con intervalos más profundos; mientras que, para Sn el intervalo más profundo, mayor a 25 metros de profundidad presenta las mayores concentraciones promedio y el más somero, entre 0 a 5 metros de profundidad, las menores. La Tabla 32 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 51 muestra el resumen de los resultados analíticos para los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en las Figura 52 y Figura 53. Los mapas mostrados en estas figuras se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en agua (superficie y fondo), con su distribución por estación.



Fuente: ERM, 2023

Figura 51 Resumen de resultados de metales en agua – ZRA

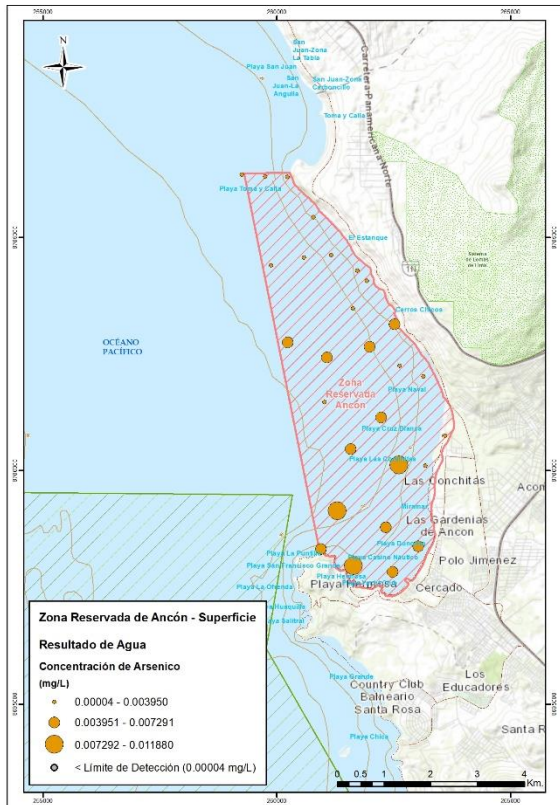
Tabla 32 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – ZRA

Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	0.00443	0.00291	0.00039	0.01188
	5 a 10 m	0.01277	0.01464	0.00182	0.04065
	10 a 15 m	0.00427	0.00163	0.00153	0.00573

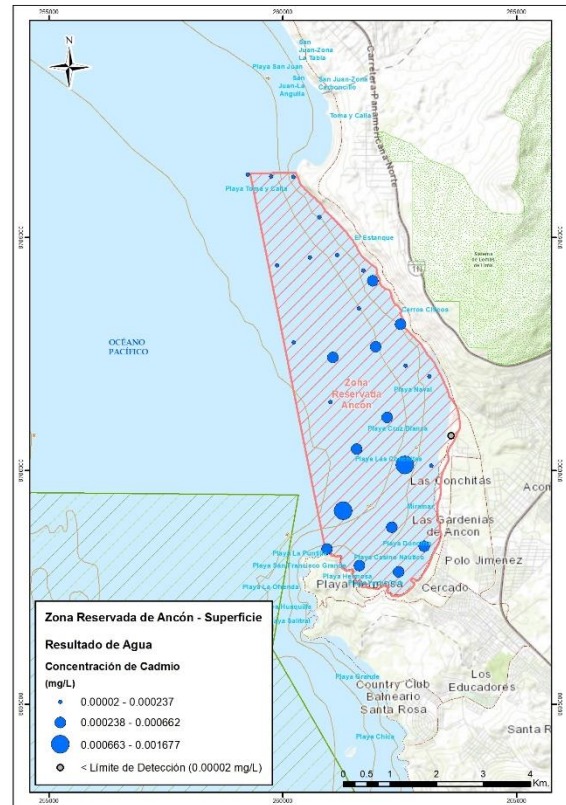
Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
	15 a 20 m	0.01274	0.01520	0.00174	0.03424
	20 a 25 m	0.00378	0.00204	0.00226	0.00783
	Mayor a 25 m	0.01169	0.01260	0.00401	0.03352
Cadmio	0 a 5 m	0.00036	0.00038	0.00011	0.00168
	5 a 10 m	0.00022	0.00011	0.00011	0.00039
	10 a 15 m	0.00019	0.00009	0.00009	0.00031
	15 a 20 m	0.00017	0.00002	0.00015	0.00019
	20 a 25 m	0.00022	0.00011	0.00003	0.00035
	Mayor a 25 m	0.00025	0.00002	0.00022	0.00027
Plomo	0 a 5 m	0.00824	0.00900	0.00079	0.04910
	5 a 10 m	0.00790	0.00846	0.00174	0.02633
	10 a 15 m	0.00315	0.00050	0.00257	0.00402
	15 a 20 m	0.00539	0.00520	0.00155	0.01275
	20 a 25 m	0.00636	0.00246	0.00170	0.00917
	Mayor a 25 m	0.00393	0.00205	0.00155	0.00631
Mercurio	0 a 5 m	0.000251	0.000561	0.000023	0.002216
	5 a 10 m	0.000507	0.000892	0.000040	0.002291
	10 a 15 m	0.000044	0.000035	0.000003	0.000089
	15 a 20 m	0.000047	0.000022	0.000020	0.000075
	20 a 25 m	0.000073	0.000025	0.000047	0.000107
	Mayor a 25 m	0.000068	0.000014	0.000057	0.000087
Estaño	0 a 5 m	0.0015	0.0012	0.0005	0.0058
	5 a 10 m	0.0019	0.0015	0.0007	0.0043
	10 a 15 m	0.0023	0.0006	0.0017	0.0028
	15 a 20 m	0.0019*	-	-	-
	20 a 25 m	0.0016	0.0014	0.0005	0.0036
	Mayor a 25 m	0.0024	0.0013	0.0011	0.0043

(*): valor representativo, concentración de la única detección en el intervalo de profundidad

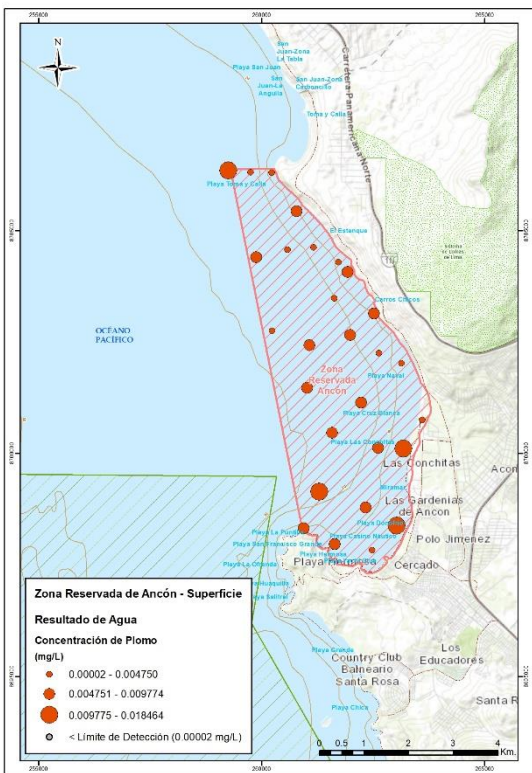
Fuente: ERM, 2023



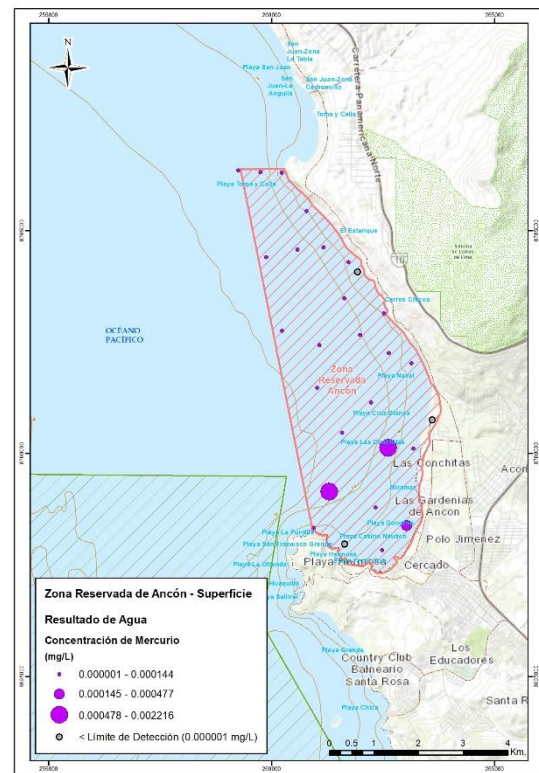
a)



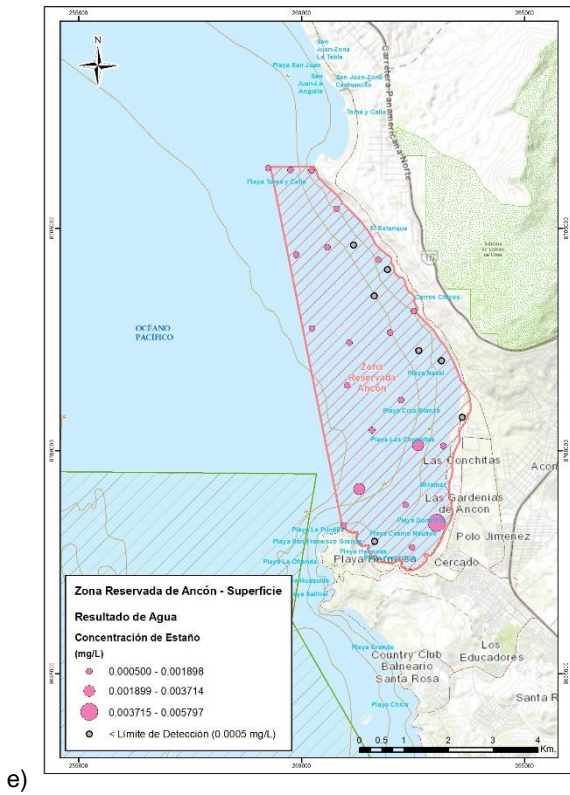
b)



c)

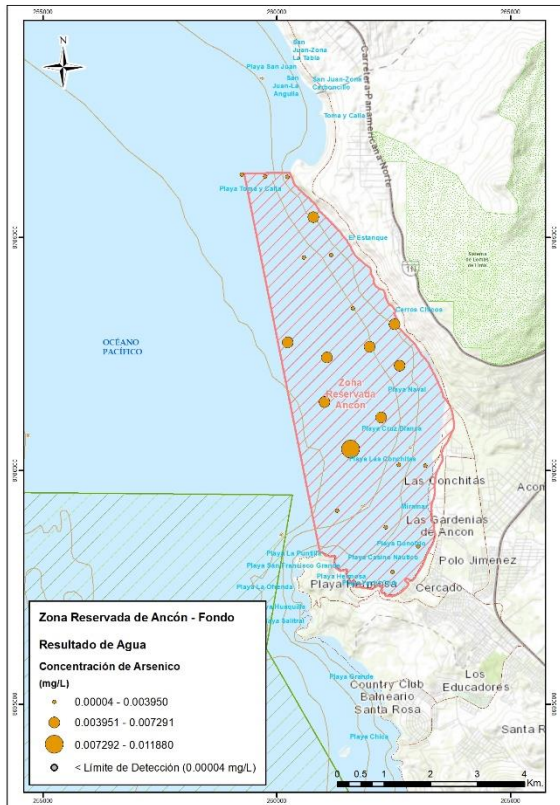


d)

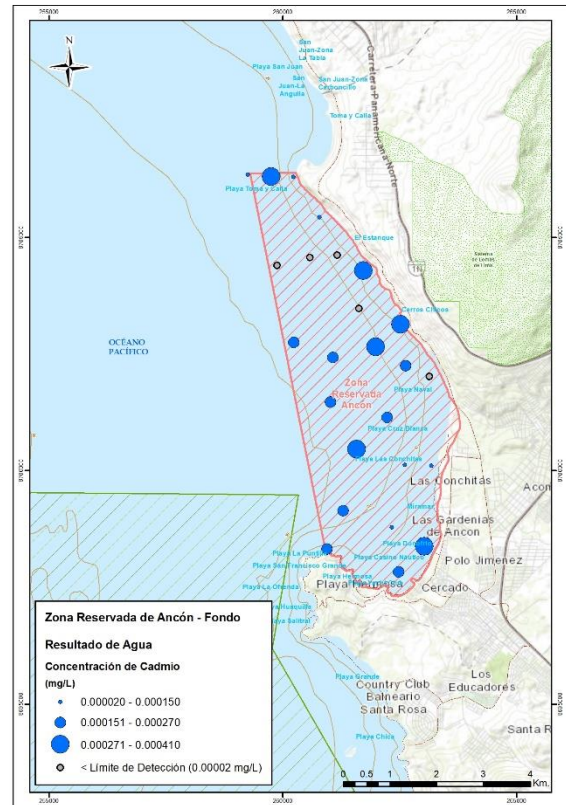


Fuente: ERM, 2023

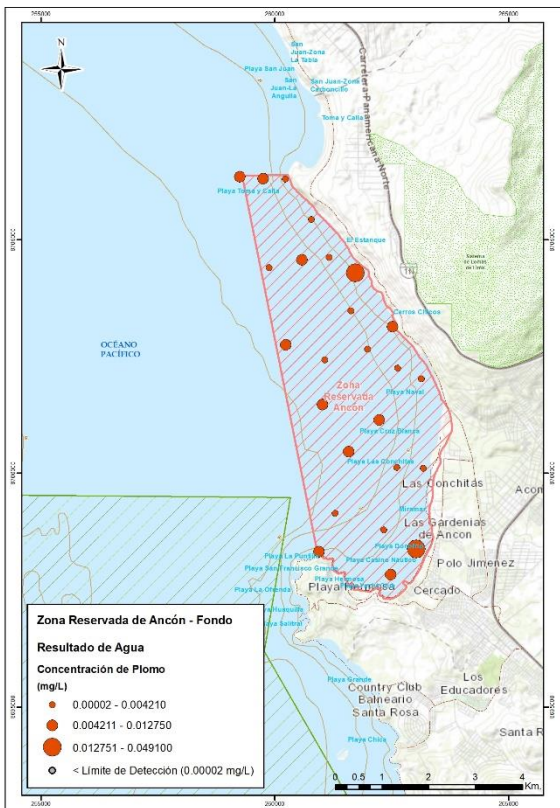
Figura 52 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie) – ZRA



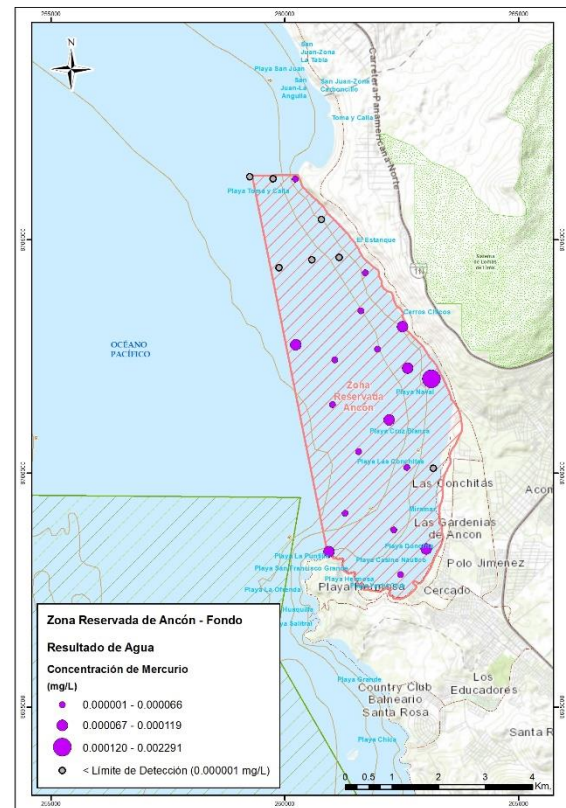
a)



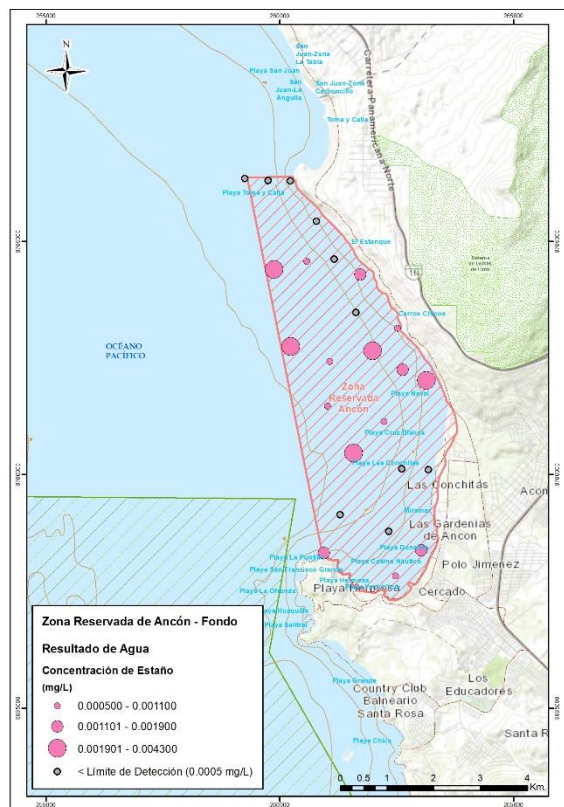
b)



c)



d)



e)

Fuente: ERM, 2023

Figura 53 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo) – ZRA

Sulfuro de hidrógeno

Para el análisis de sulfuro de hidrógeno en la Zona Reservada de Ancón se recolectaron muestras en 25 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad, 6 estaciones al intervalo entre 5 a 10 metros, 5 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 3 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 6 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 4 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. No obstante, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección (<0.001 mg/L).

7.1.1.3 RNSIIPG – Grupo Pescadores

Lecturas directas (In Situ)

pH

Para la medición de pH en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 260 estaciones en la zona submareal, de las cuales 139 pertenecen al intervalo de 0 a 5 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo de 5 a 10 metros de profundidad, 7 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 27 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, 36 estaciones al intervalo de 20 a 25 metros de profundidad, y 47 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima

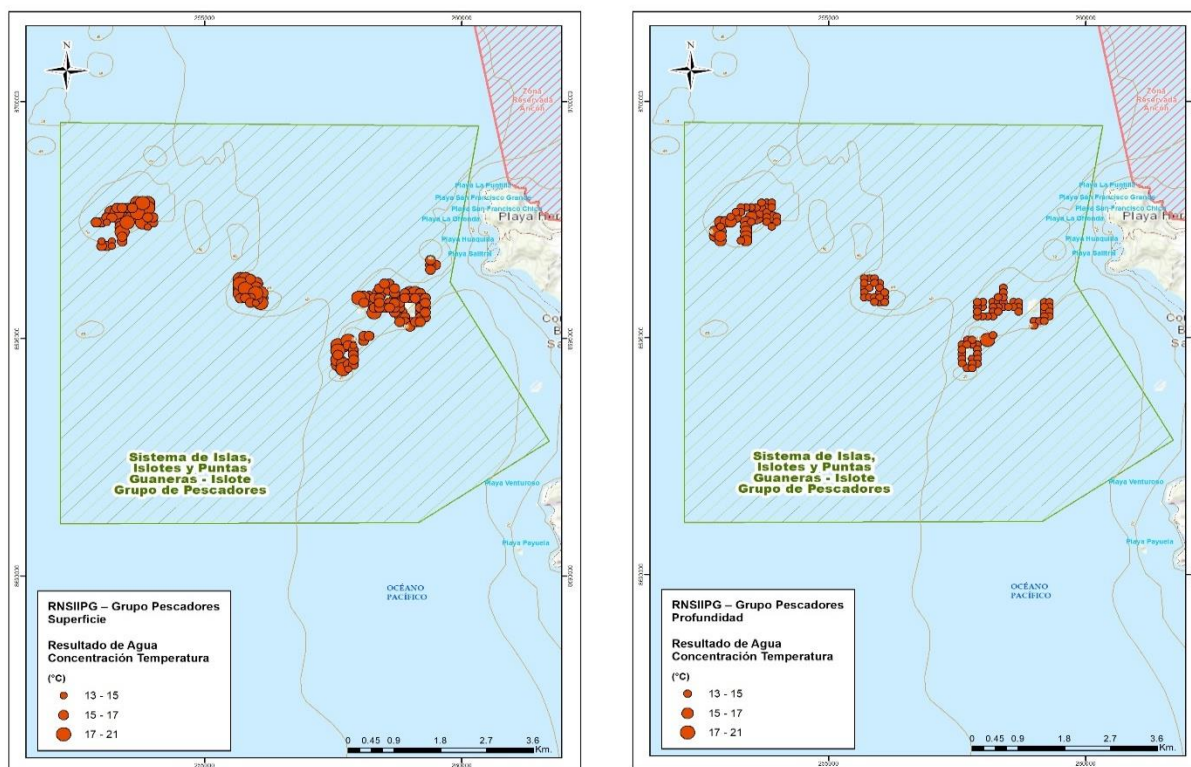
Temperatura

Para la medición de temperatura en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 260 estaciones en la zona submareal, de las cuales 139 pertenecen al intervalo de 0 a 5 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo de 5 a 10 metros de profundidad, 7 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 27 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, 36 estaciones al intervalo de 20 a 25 metros de profundidad, y 47 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. La temperatura promedio varía en un rango entre 14.6 y 16.9 °C. En general, el intervalo superficial es más cálido, y el intervalo profundo es más frío. La Tabla 34 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de temperatura por intervalo de profundidad, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 55 muestra los mapas con la distribución de temperatura por estación. Los mapas de manera individual se encuentran en el Anexo 12.

Tabla 34 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	16.9	1.3	14.2	21.1
5 a 10 m	16.3	1.5	15.0	18.0
10 a 15 m	15.0	1.0	14.0	17.0
15 a 20 m	14.9	0.5	14.0	16.0
20 a 25 m	14.8	1.0	14.0	18.3
Mayor a 25 m	14.6	0.9	13.7	19.0

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 55 Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores

Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 260 estaciones en la zona submareal, de las cuales 139 pertenecen al intervalo de 0 a 5 metros de profundidad, 4 estaciones al intervalo de 5 a 10 metros de profundidad, 7 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 27 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, 36 estaciones al intervalo de 20 a 25 metros de profundidad, y 47 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. La concentración de oxígeno disuelto promedio varía en un rango entre 1.16 y 6.48 mg/L. En general, el intervalo superficial presenta mayor saturación en comparación con el intervalo profundo. La Tabla 35 muestra el resumen de resultados de lecturas directas de la concentración de oxígeno disuelto por intervalo de profundidad, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 56 muestra los mapas con la distribución de la concentración de oxígeno disuelto por estación. Los mapas de manera individual se encuentran en el Anexo 12.

Tabla 35 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	6.48	0.88	2.90	9.82
5 a 10 m	4.90	1.90	3.09	6.65
10 a 15 m	2.01	2.27	0.57	6.54
15 a 20 m	2.00	1.56	0.24	5.94
20 a 25 m	2.00	1.82	0.22	7.45
Mayor a 25 m	1.16	1.03	0.13	4.87

Fuente: ERM, 2023

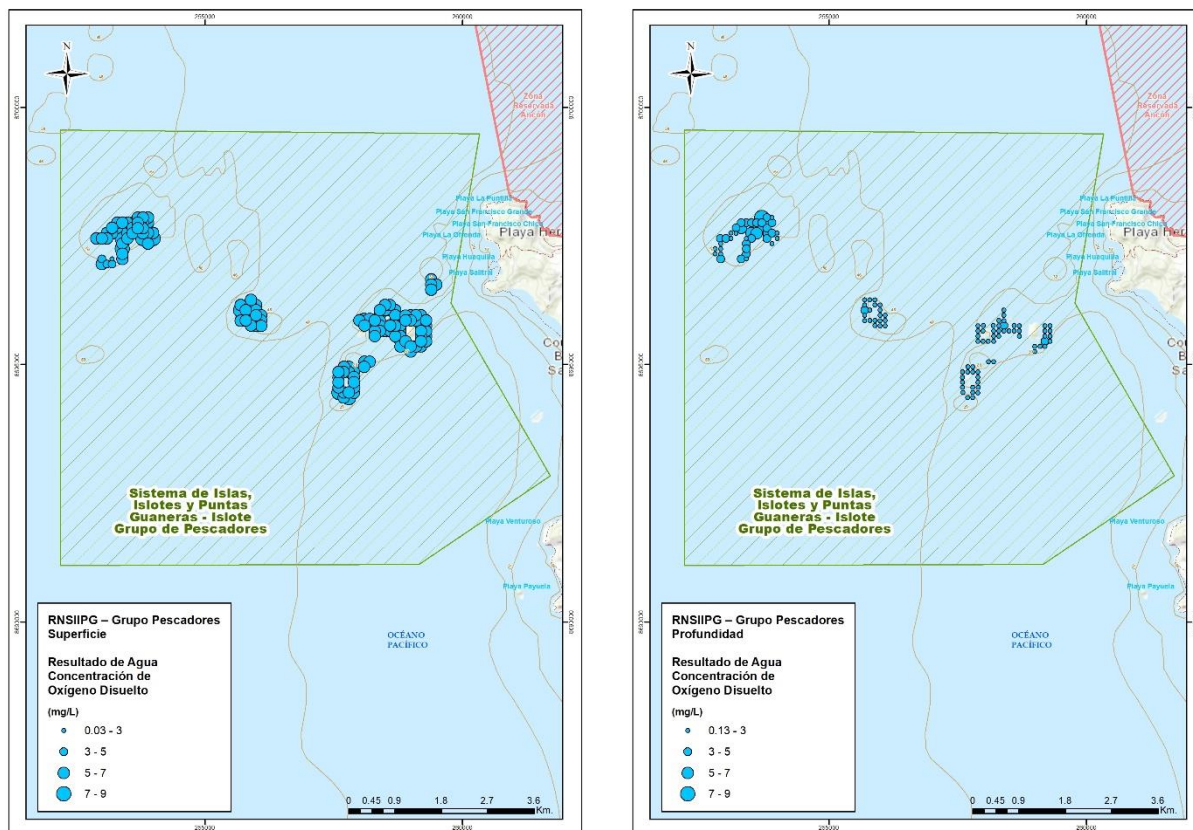


Figura 56 Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto en agua por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores

Fuente: ERM, 2023

Parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila)

Temperatura

Para la medición de temperatura en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 20 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 18 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La temperatura promedio varía en un rango entre 13.3 y 15.3 °C a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es más cálido, y el intervalo mayor a 25 metros de profundidad más frío. La Tabla 36 muestra el resumen de los resultados de temperatura en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 36 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	15.3	1.0	14.0	19.0
5 a 10 m	14.3	0.4	13.5	14.9

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
10 a 15 m	13.9	0.4	13.3	14.8
15 a 20 m	13.6	0.3	13.2	14.4
20 a 25 m	13.4	0.2	13.2	14.1
Mayor a 25 m	13.3	0.1	13.2	13.7

Fuente: ERM, 2023

Salinidad

Para la medición de salinidad en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 20 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 18 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La salinidad promedio varía en un rango entre 34.8 y 34.9 PSU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es menos salino. La Tabla 37 muestra el resumen de los resultados de salinidad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 37 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	34.8	0.4	33.0	35.8
5 a 10 m	34.9	0.0	34.8	34.9
10 a 15 m	34.9	0.0	34.7	34.9
15 a 20 m	34.9	0.0	34.8	34.9
20 a 25 m	34.9	0.0	34.8	34.9
Mayor a 25 m	34.9	0.0	34.8	34.9

Fuente: ERM, 2023

Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 20 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 18 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de oxígeno disuelto promedio varía en un rango entre 0.12 y 4.96 mg/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es más anóxico, y el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad más saturado. La Tabla 38 muestra el resumen de los resultados de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 38 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	4.96	2.74	0.44	10.30

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
5 a 10 m	1.85	0.88	0.13	4.22
10 a 15 m	1.10	0.85	0.06	3.65
15 a 20 m	0.49	0.48	0.03	2.68
20 a 25 m	0.21	0.17	0.01	0.83
Mayor a 25 m	0.12	0.06	0.01	0.37

Fuente: ERM, 2023

Conductividad

Para la medición de conductividad en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 20 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 18 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La conductividad promedio varía en un rango entre 3.828 y 4.209 S/m a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 5 a 10 metros de profundidad es más conductor, y el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad es menos conductor. La Tabla 39 muestra el resumen de los resultados de conductividad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 39 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	3.828	0.978	0.103	4.637
5 a 10 m	4.209	0.035	4.137	4.270
10 a 15 m	4.177	0.035	4.122	4.259
15 a 20 m	4.148	0.026	4.113	4.222
20 a 25 m	4.131	0.017	4.108	4.190
Mayor a 25 m	4.119	0.009	4.104	4.153

Fuente: ERM, 2023

Turbidez

Para la medición de turbidez en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 20 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 18 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La turbidez promedio varía en un rango entre 0.6 a 1.2 FTU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad es más turbio, y el intervalo mayor 20 metros de profundidad es menos turbio. La Tabla 40 muestra el resumen de los resultados de turbidez en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 40 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	1.2	0.5	0.5	3.7
5 a 10 m	0.9	0.2	0.5	1.6
10 a 15 m	0.8	0.2	0.4	1.5
15 a 20 m	0.7	0.2	0.3	2.0
20 a 25 m	0.6	0.2	0.2	1.8
Mayor a 25 m	0.6	0.2	0.2	1.6

Fuente: ERM, 2023

Clorofila

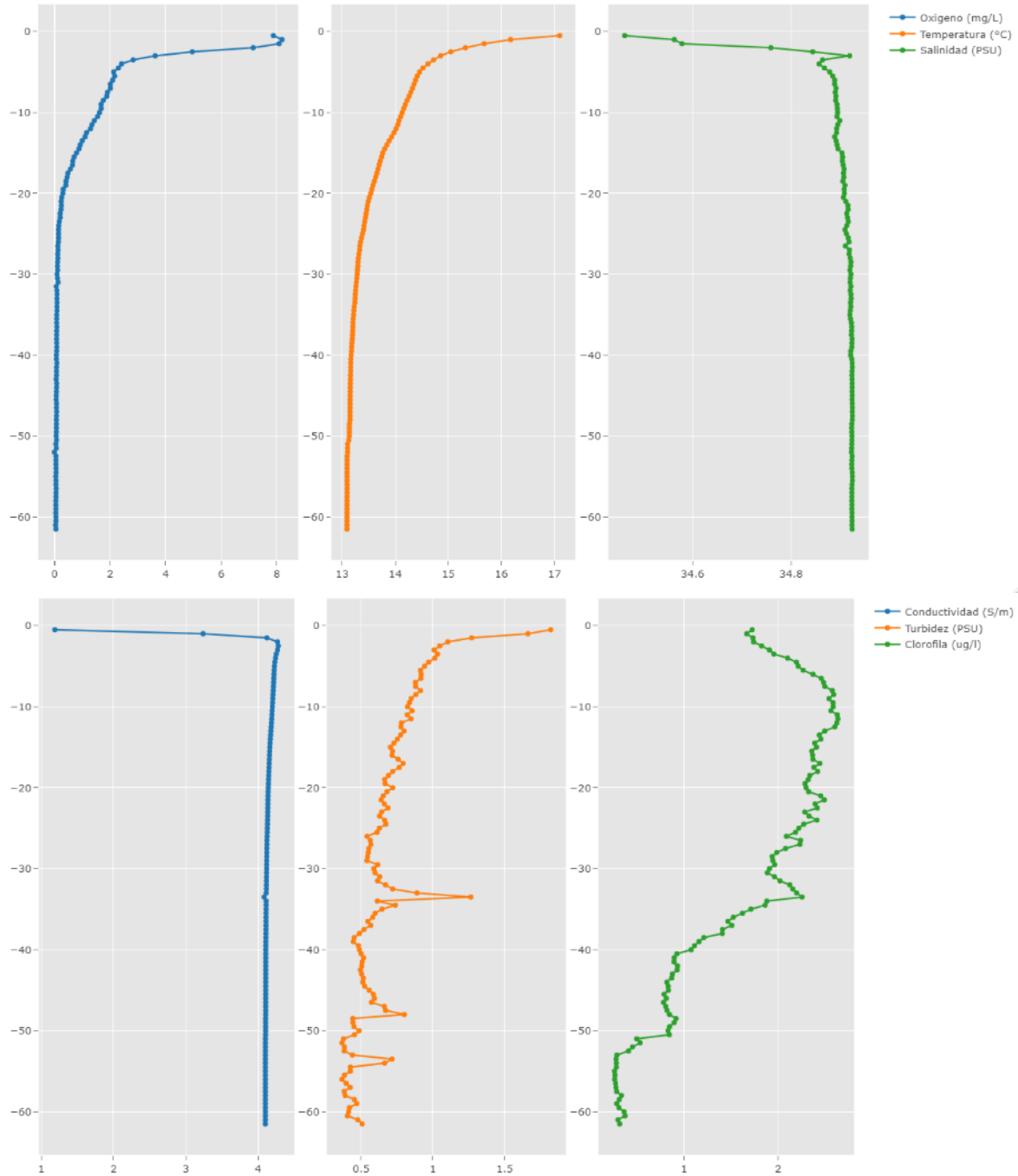
Para la medición de la concentración de clorofila en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se realizó la lectura en 20 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 20 a 25 metros de profundidad, y 18 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de clorofila promedio varía en un rango entre 1.9 a 2.6 ug/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 5 a 10 metros de profundidad presenta mayor concentración de clorofila, y el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad presenta menor concentración. La Tabla 41 muestra el resumen de los resultados de la concentración de clorofila en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 41 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	1.9	0.9	0.5	4.8
5 a 10 m	2.6	1.0	1.2	6.2
10 a 15 m	2.5	0.7	0.8	5.6
15 a 20 m	2.3	0.7	0.4	4.4
20 a 25 m	2.4	0.7	0.4	4.5
Mayor a 25 m	2.1	0.7	0.2	3.8

Fuente: ERM, 2023

En la Figura 57 se presenta el Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) - RNSIIPG Grupo Pescadores



Fuente: ERM, 2023

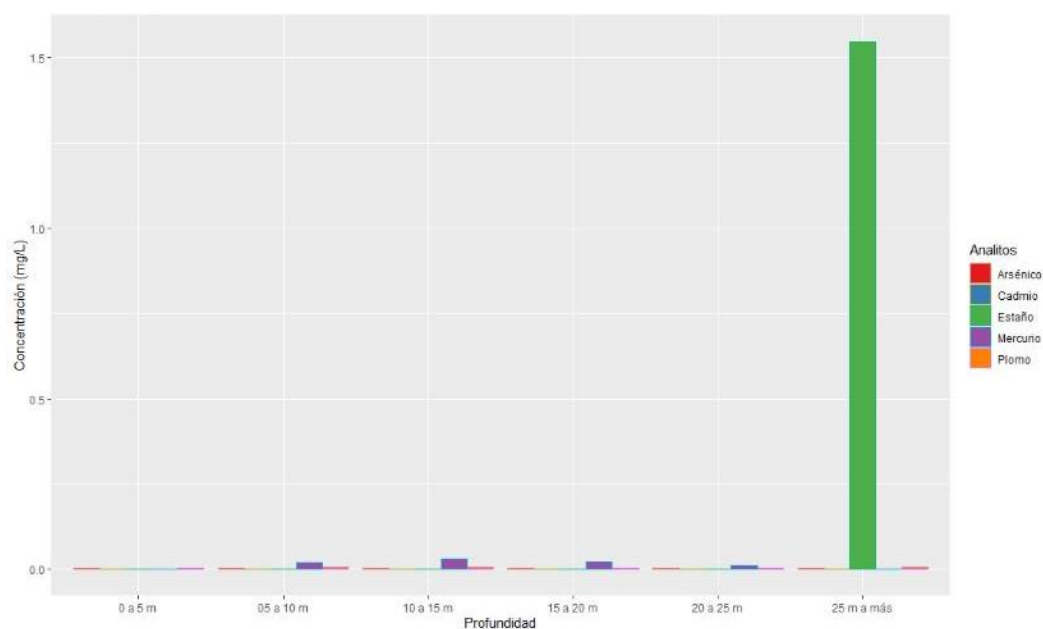
Figura 57 Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) - RNSIIPG Grupo Pescadores

Parámetros para análisis de laboratorio en agua de mar

Metales Pesados

Para el análisis de metales en la RNSIIPG Grupo Pescadores se recolectaron muestras en 172 estaciones de la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad, 11 estaciones al intervalo entre 5 a 10 metros, 12 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 49 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 35 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 63 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Adicionalmente, para cada estación de la zona submareal se tomó una muestra a nivel superficial, a un metro de profundidad aproximadamente. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz agua, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en agua se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 0.00632 a 0.01704 mg/L; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.00017 a 0.00033 mg/L; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 0.00205 a 0.00664 mg/L; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.000780 a 0.014520 mg/L; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.0010 a 2.0624 mg/L. De manera general, para As, Cd, Pb y Sn los intervalos someros presentan las menores concentraciones promedio; mientras que, para Hg el intervalo más profundo, mayor a 25 metros de profundidad presenta las mayores concentraciones promedio. La Tabla 42 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 58 muestra el resumen de los resultados analíticos para los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en las Figura 59 y Figura 60. Los mapas mostrados en estas figuras se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en agua (superficie y fondo), con su distribución por estación.



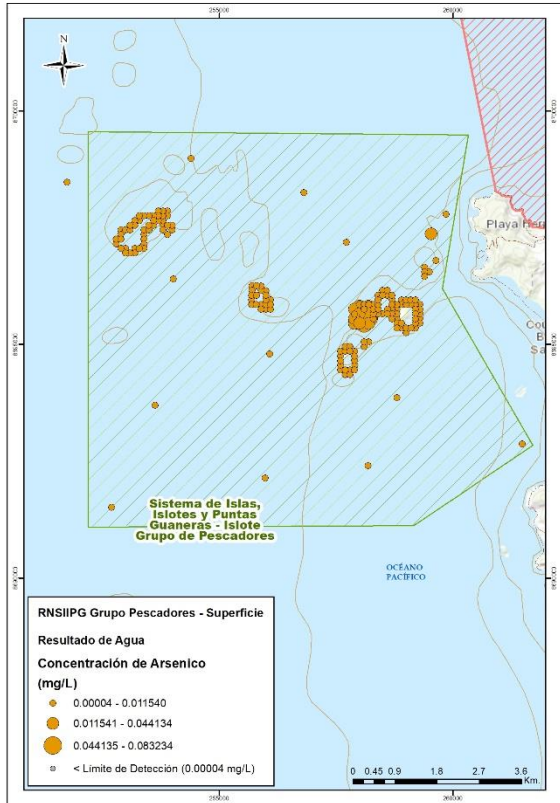
Fuente: ERM, 2023

Figura 58 Resumen de resultados de metales en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

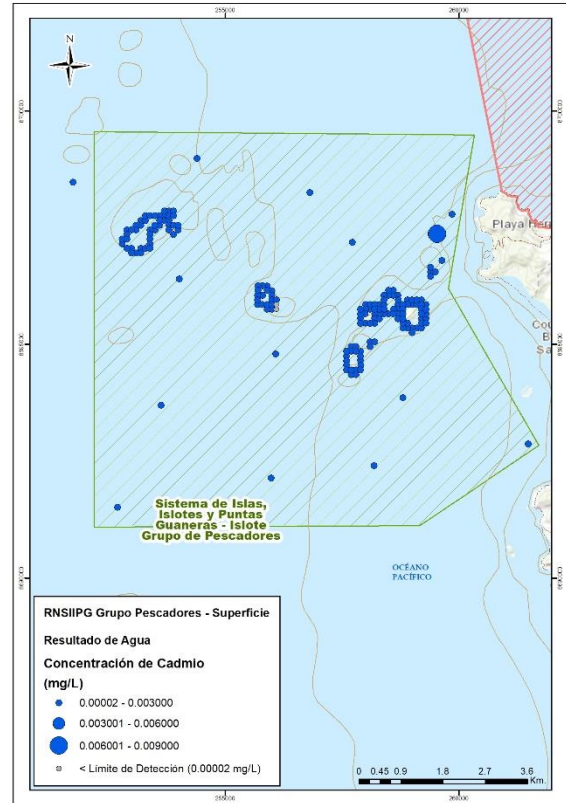
Tabla 42 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – RNSIIPG Grupo Pescadores

Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	0.00632	0.01227	0.00094	0.08323
	5 a 10 m	0.00951	0.01659	0.00153	0.05890
	10 a 15 m	0.01704	0.02618	0.00139	0.08381
	15 a 20 m	0.01206	0.02322	0.00146	0.12700
	20 a 25 m	0.01118	0.02623	0.00174	0.14544
	Mayor a 25 m	0.00891	0.01577	0.00110	0.10177
Cadmio	0 a 5 m	0.00022	0.00060	0.00002	0.00783
	5 a 10 m	0.00017	0.00011	0.00002	0.00040
	10 a 15 m	0.00021	0.00013	0.00011	0.00051
	15 a 20 m	0.00031	0.00050	0.00006	0.00351
	20 a 25 m	0.00018	0.00013	0.00003	0.00073
	Mayor a 25 m	0.00033	0.00052	0.00002	0.00366
Plomo	0 a 5 m	0.00476	0.00381	0.00103	0.02656
	5 a 10 m	0.00450	0.00598	0.00015	0.02120
	10 a 15 m	0.00205	0.00126	0.00012	0.00395
	15 a 20 m	0.00664	0.02123	0.00005	0.15057
	20 a 25 m	0.00276	0.00169	0.00017	0.00915
	Mayor a 25 m	0.00378	0.00334	0.00020	0.01662
Mercurio	0 a 5 m	0.009190	0.025600	0.000009	0.116160
	5 a 10 m	0.011430	0.027100	0.000020	0.091860
	10 a 15 m	0.014520	0.020740	0.000010	0.055330
	15 a 20 m	0.013530	0.022880	0.000010	0.082550
	20 a 25 m	0.005290	0.016650	0.000010	0.080190
	Mayor a 25 m	0.000780	0.001520	0.000010	0.006880
Estaño	0 a 5 m	0.5382	5.8776	0.0005	64.9244
	5 a 10 m	0.0010	0.0003	0.0006	0.0016
	10 a 15 m	0.0015	0.0010	0.0008	0.0035
	15 a 20 m	2.0624	12.0179	0.0006	72.1383
	20 a 25 m	0.0038	0.0108	0.0005	0.0485
	Mayor a 25 m	0.0017	0.0012	0.0005	0.0069

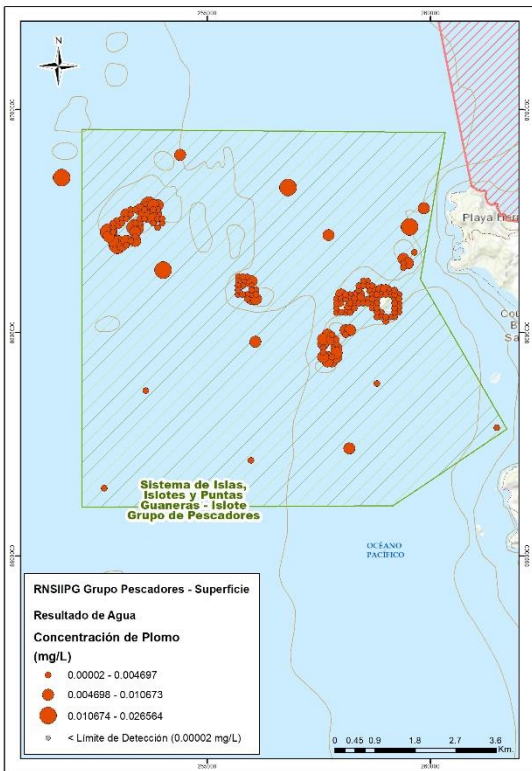
Fuente: ERM, 2023



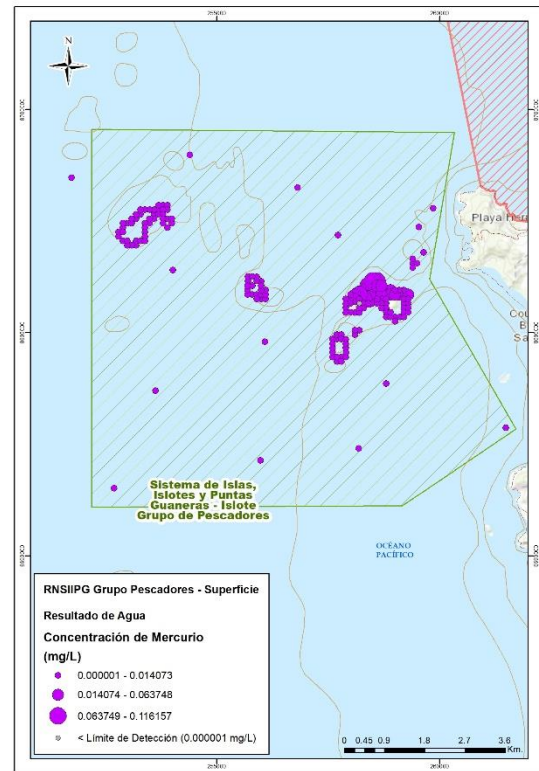
a)



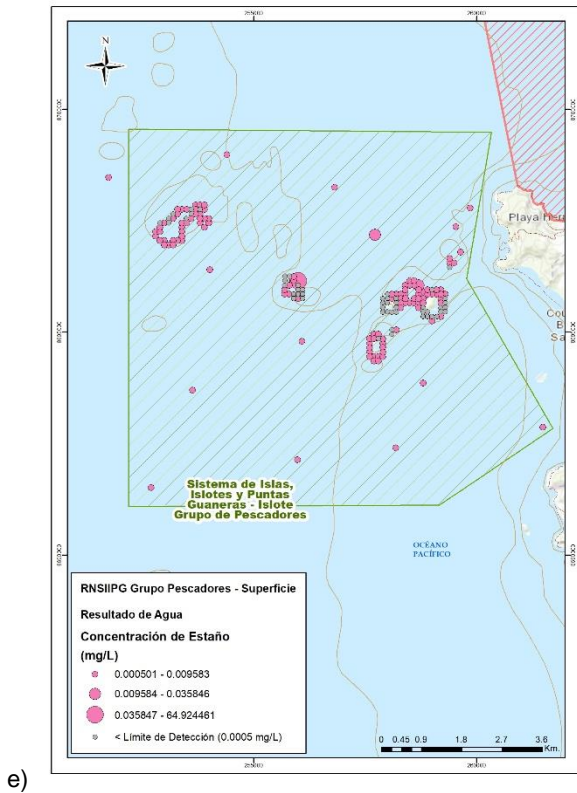
b)



c)

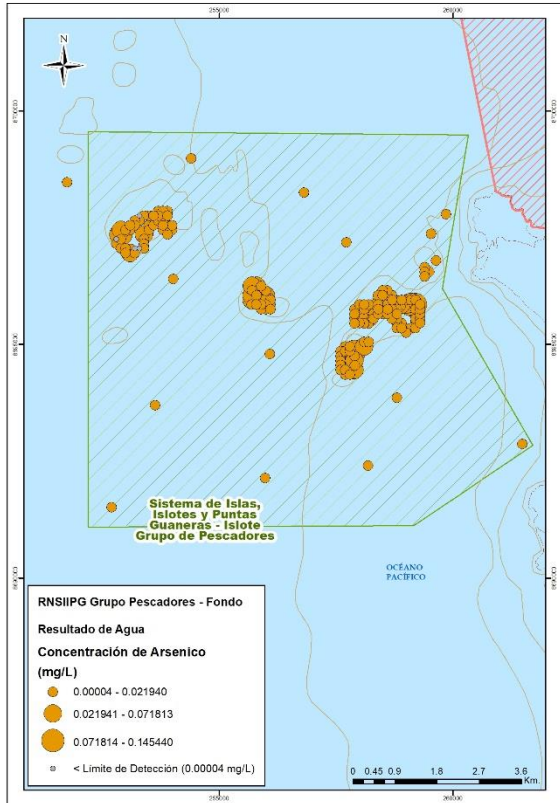


d)

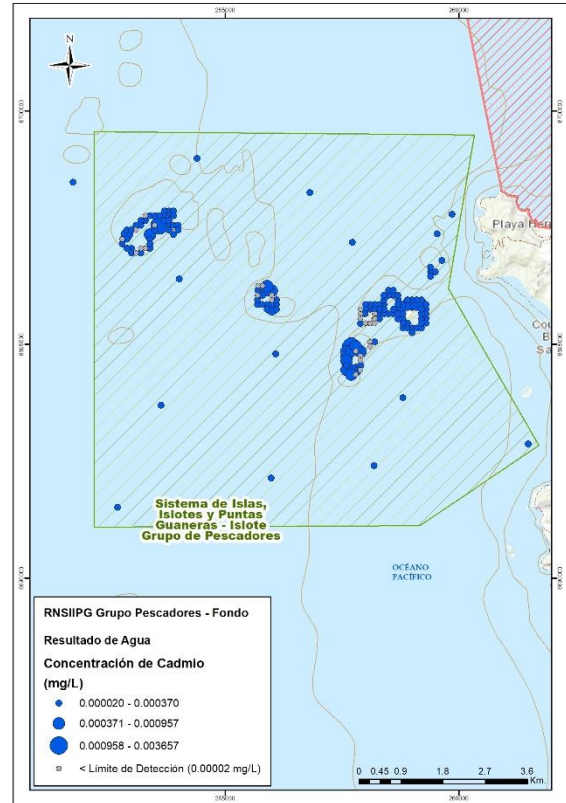


Fuente: ERM, 2023

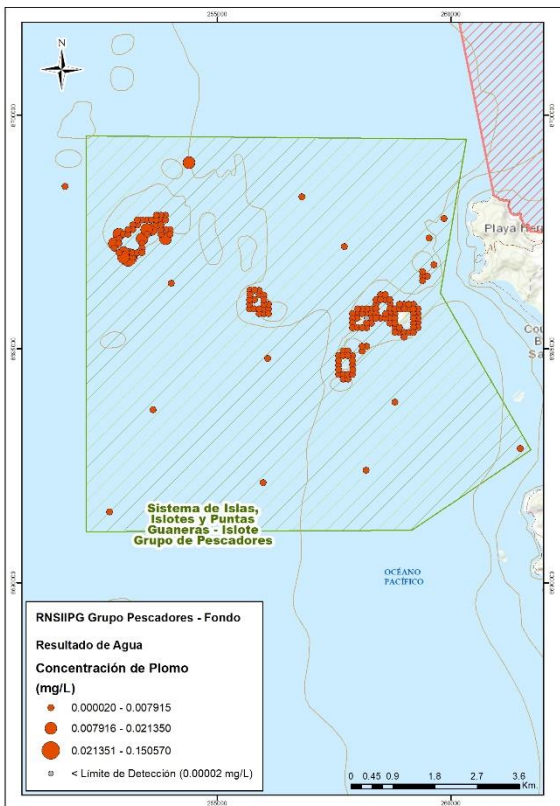
Figura 59 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie) – RNSIIPG Grupo Pescadores



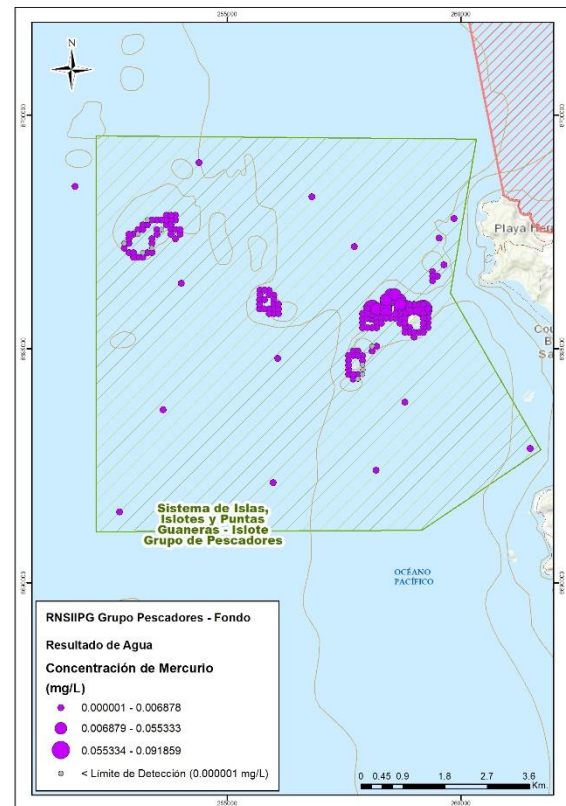
a)



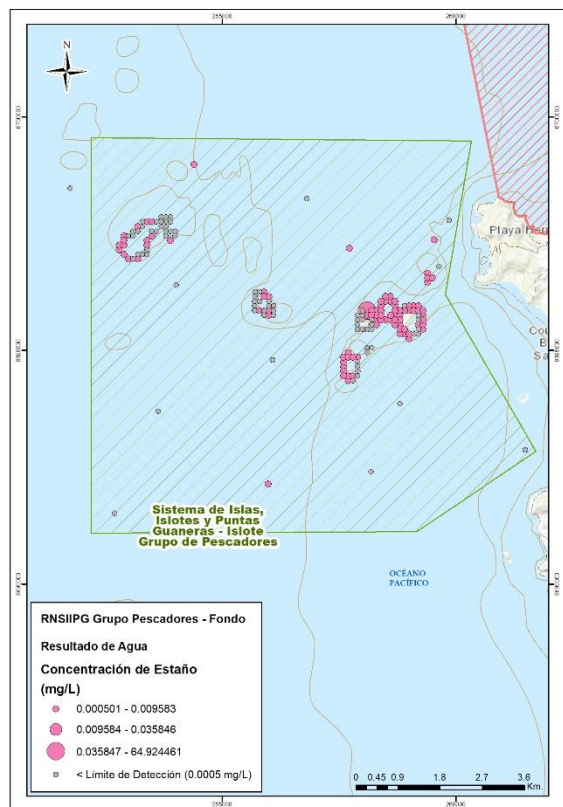
b)



c)



d)



e)

Fuente: ERM, 2023

Figura 60 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (fondo) – RNSIIPG Grupo Pescadores

Sulfuro de hidrógeno

Para el análisis de sulfuro de hidrógeno en la RNSIIPG Grupo Pescadores se recolectaron muestras en 172 estaciones de la zona submareal, de las cuales 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad, 11 estaciones al intervalo entre 5 a 10 metros, 12 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 49 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 35 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 63 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados analíticos, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección (<0.001 mg/L).

7.1.1.4 Zona Blanco⁷

Lecturas directas (In Situ)

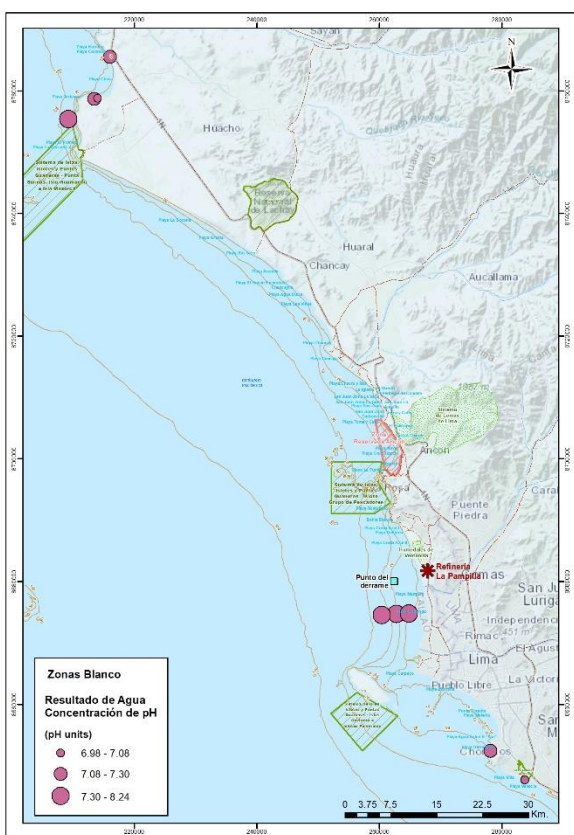
pH

Para la medición de pH en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones, de las cuales 5 pertenecen a la zona intermareal, y 4 estaciones pertenecen al intervalo superficial de la zona submareal. Los valores de pH promedio varían en un rango entre 7.2 y 7.8. En general, el pH permanece neutral en las zonas blanco. La Tabla 43 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de pH por zona, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 61 muestra el mapa con la distribución de pH por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 43 Resumen de resultados de pH (unidades de pH) en agua – Zonas blanco

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	7.2	0.1	7.0	7.3
Submareal (Superficial)	7.8	0.3	7.0	8.2

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 61 Mapa con resultados de pH en agua por estación – Zonas blanco

⁷ Se denominó zonas blanco a aquellas zonas o sitios de control o referencia conformadas por los puntos blanco B-M-02, B-M-03, B-M-04, B-M-05, B-M-06, B-M-10, B-M-11, B-M-14, B-M-15, B-ZI-01, B-ZI-07, B-ZI-08, B-ZI-09, B-ZI-12 y B-ZI-13 establecidos en el Plan de Trabajo aprobado.

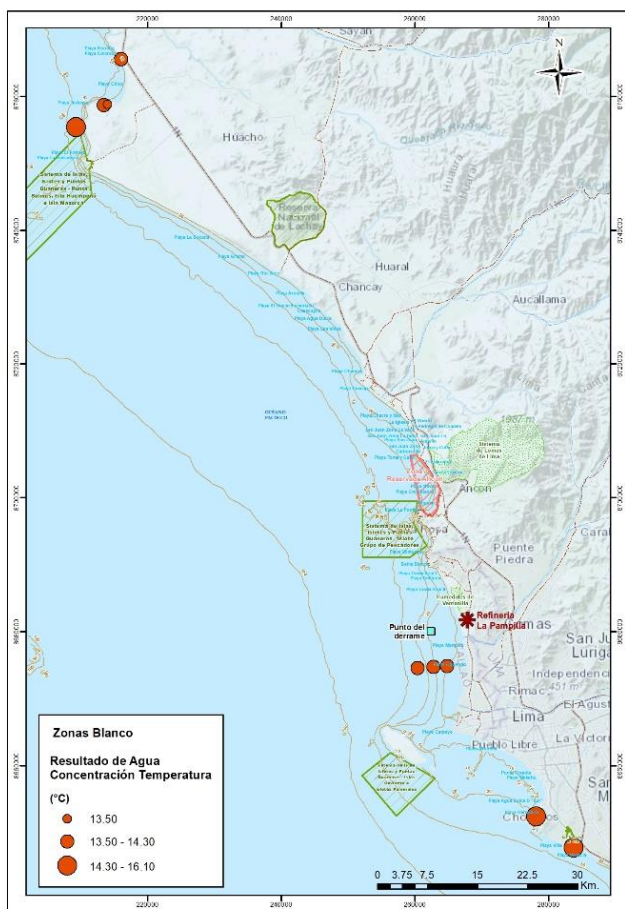
Temperatura

Para la medición de temperatura en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones, de las cuales 5 pertenecen a la zona intermareal, y 4 estaciones pertenecen al intervalo superficial de la zona submareal. La temperatura promedio varía en un rango entre 14.4 y 14.7 °C. En general, la zona submareal presenta los valores más cálidos, y la zona intermareal más fríos. La Tabla 44 muestra el resumen de los resultados de lecturas directas de temperatura por zona, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 62 muestra el mapa con la distribución de temperatura por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 44 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en agua – Zonas blanco

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	14.4	0.8	13.5	15.5
Submareal (Superficial)	14.7	1.0	13.5	16.1

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 62 Mapa con resultados de Temperatura en agua por estación – Zonas blanco

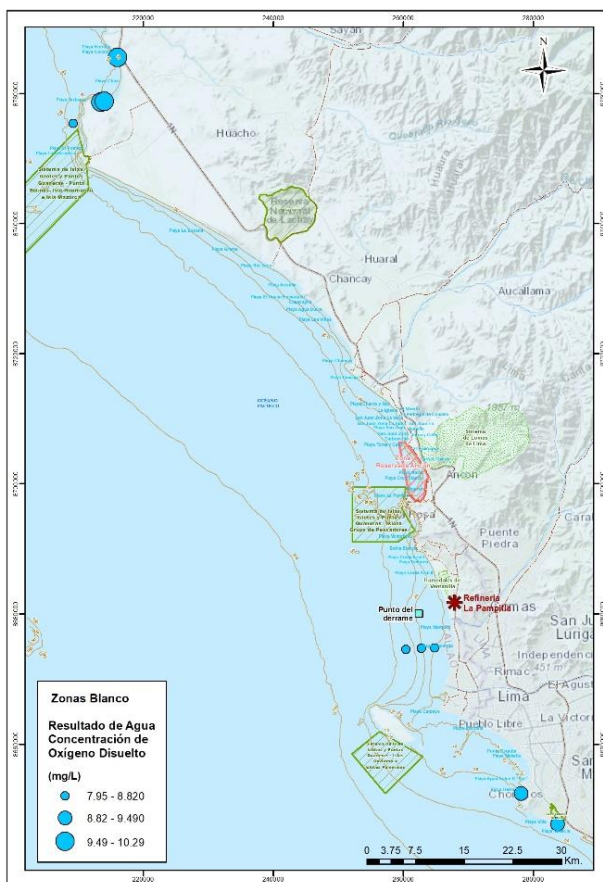
Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones, de las cuales 5 pertenecen a la zona intermareal, y 4 estaciones pertenecen al intervalo superficial de la zona submareal. La concentración de oxígeno disuelto promedio varía en un rango entre 8.53 y 9.84 mg/L. En general, la zona intermareal presenta mayor saturación en comparación con la zona submareal. La Tabla 45 muestra el resumen de resultados de lecturas directas de la concentración de oxígeno disuelto por zona, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 4. La Figura 63 muestra el mapa con la distribución de la concentración de oxígeno disuelto por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 45 Resumen de resultados de concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en agua – Zonas blanco

Zona/Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Intermareal	9.84	0.48	9.19	10.29
Submareal (Superficial)	8.53	0.39	5.42	8.82

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 63 Mapa con resultados de concentración de Oxígeno disuelto en agua por estación – Zonas blanco

Parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila)

Temperatura

Para la medición de temperatura en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 3 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 3 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La temperatura promedio varía en un rango entre 13.5 y 15.8 °C a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es más cálido, y el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es más frío. La Tabla 46 muestra el resumen de los resultados de temperatura en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 46 Resumen de resultados de Temperatura (°C) en la columna de agua – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	15.8	1.5	12.5	20.0
5 a 10 m	14.7	0.9	13.9	17.3
10 a 15 m	14.0	0.5	13.6	15.2
15 a 20 m	13.6	0.1	13.6	13.8
20 a 25 m	13.6	0.0	13.6	13.6
Mayor a 25 m	13.5	0.0	13.5	13.6

Fuente: ERM, 2023

Salinidad

Para la medición de salinidad en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 3 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 3 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La salinidad promedio es 34.9 PSU a lo largo de la columna de agua. La Tabla 47 muestra el resumen de los resultados de salinidad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 47 Resumen de resultados de Salinidad (PSU) en la columna de agua – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	34.9	0.2	33.7	35.2
5 a 10 m	34.9	0.1	34.7	35.0
10 a 15 m	34.9	0.0	34.8	34.9
15 a 20 m	34.9	0.0	34.9	34.9
20 a 25 m	34.9	0.0	34.9	34.9
Mayor a 25 m	34.9	0.0	34.9	34.9

Fuente: ERM, 2023

Oxígeno disuelto

Para la medición de la concentración de oxígeno disuelto en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 3 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 3 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de oxígeno disuelto promedio varia en un rango entre 0.12 y 3.75 mg/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es más anóxico, y el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad es más saturado. La Tabla 48 muestra el resumen de los resultados de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 48 Resumen de resultados de la concentración de Oxígeno disuelto (mg/L) en la columna de agua – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	3.75	2.44	0.17	10.02
5 a 10 m	1.15	0.79	0.05	3.82
10 a 15 m	0.40	0.20	0.15	0.96
15 a 20 m	0.19	0.07	0.10	0.34
20 a 25 m	0.15	0.01	0.12	0.16
Mayor a 25 m	0.12	0.01	0.10	0.13

Fuente: ERM, 2023

Conductividad

Para la medición de conductividad en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 3 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 3 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La conductividad promedio varia en un rango entre 4.144 y 4.249 S/m a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 5 a 10 metros de profundidad es más conductor, y el intervalo mayor a 25 metros de profundidad es menos conductor. La Tabla 49 muestra el resumen de los resultados de conductividad en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 49 Resumen de resultados de Conductividad (S/m) en la columna de agua – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	4.179	0.600	0.469	4.636
5 a 10 m	4.249	0.079	4.175	4.482
10 a 15 m	4.184	0.042	4.150	4.291
15 a 20 m	4.153	0.005	4.148	4.163
20 a 25 m	4.147	0.000	4.146	4.147
Mayor a 25 m	4.144	0.001	4.143	4.145

Fuente: ERM, 2023

Turbidez

Para la medición de turbidez en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 3 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 3 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La turbidez promedio varía en un rango entre 0.7 a 2.7 FTU a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 15 a 20 metros de profundidad es más turbio, y el intervalo mayor a 20 metros de profundidad es menos turbio. La Tabla 50 muestra el resumen de los resultados de turbidez en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 50 Resumen de resultados de Turbidez (FTU) en la columna de agua – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	2.6	2.4	0.5	15.3
5 a 10 m	1.9	3.1	0.7	28.4
10 a 15 m	2.5	2.4	0.7	8.8
15 a 20 m	2.7	4.0	0.5	11.5
20 a 25 m	0.7	0.0	0.6	0.8
Mayor a 25 m	0.7	0.0	0.7	0.8

Fuente: ERM, 2023

Clorofila

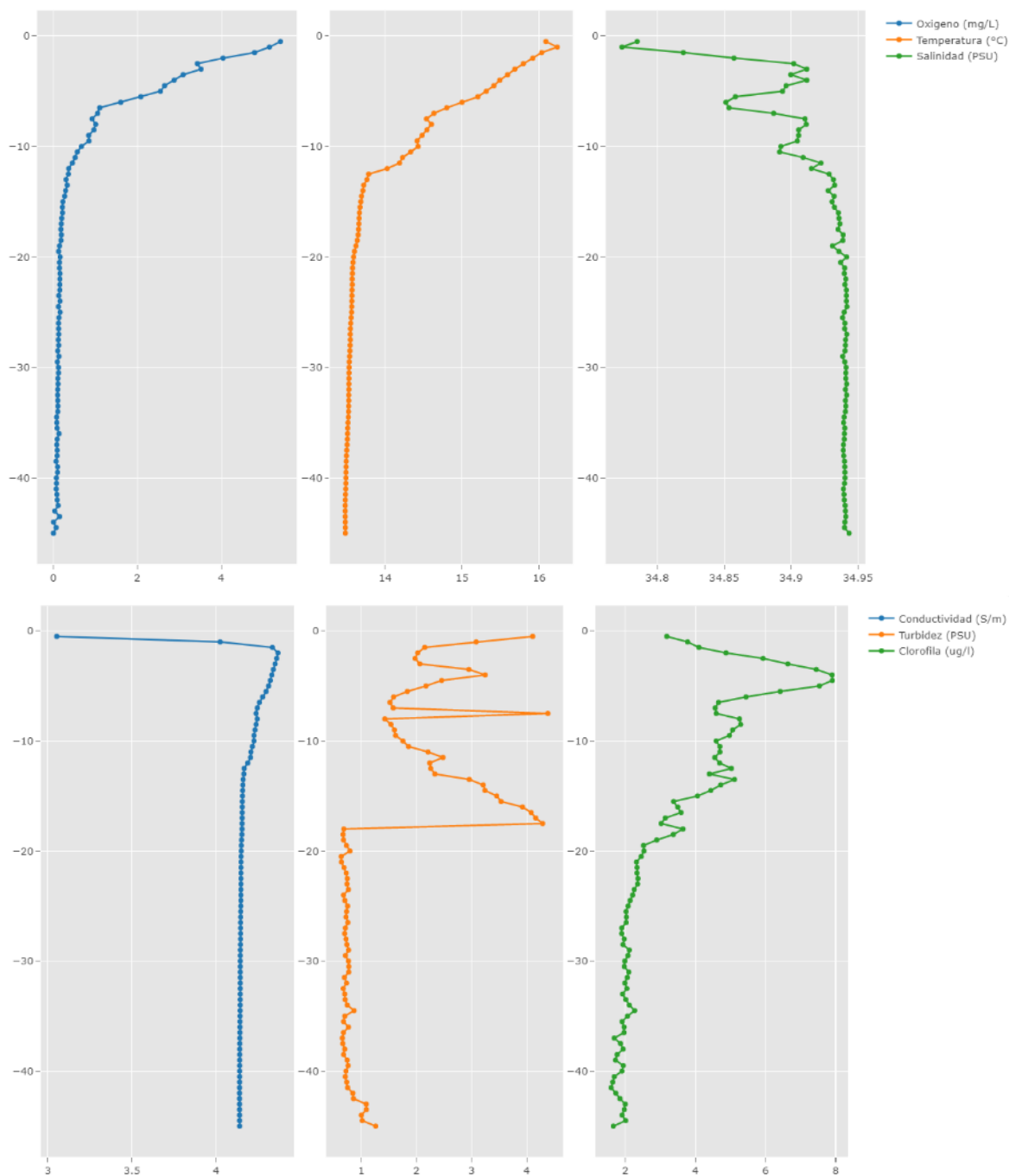
Para la medición de la concentración de clorofila en las zonas blanco se realizó la lectura en 9 estaciones de muestreo en la zona submareal, de las cuales 3 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 3 estaciones al intervalo de 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo de 15 a 20 metros de profundidad, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad de los registros. La concentración de clorofila promedio varía en un rango entre 2.0 a 5.9 ug/L a lo largo de la columna de agua. En general, el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad presenta mayor concentración de clorofila, y el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta menor concentración. La Tabla 51 muestra el resumen de los resultados de la concentración de clorofila en la columna de agua por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7.

Tabla 51 Resumen de resultados de concentración de Clorofila (ug/L) en la columna de agua – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	5.9	4.8	0.7	19.7
5 a 10 m	5.1	3.7	0.7	12.7
10 a 15 m	4.6	3.4	0.8	11.5
15 a 20 m	3.2	1.1	2.1	5.4
20 a 25 m	2.3	0.1	2.1	2.5
Mayor a 25 m	2.0	0.1	1.9	2.1

Fuente: ERM, 2023

En la Figura 64 se presenta el resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) en Zonas blanco.



Fuente: ERM, 2023

Figura 64 Resumen de resultados de parámetros de registro en columna de agua (CTD y sensores de OD, Conductividad, Salinidad, Turbidez y Clorofila) en Zonas blanco

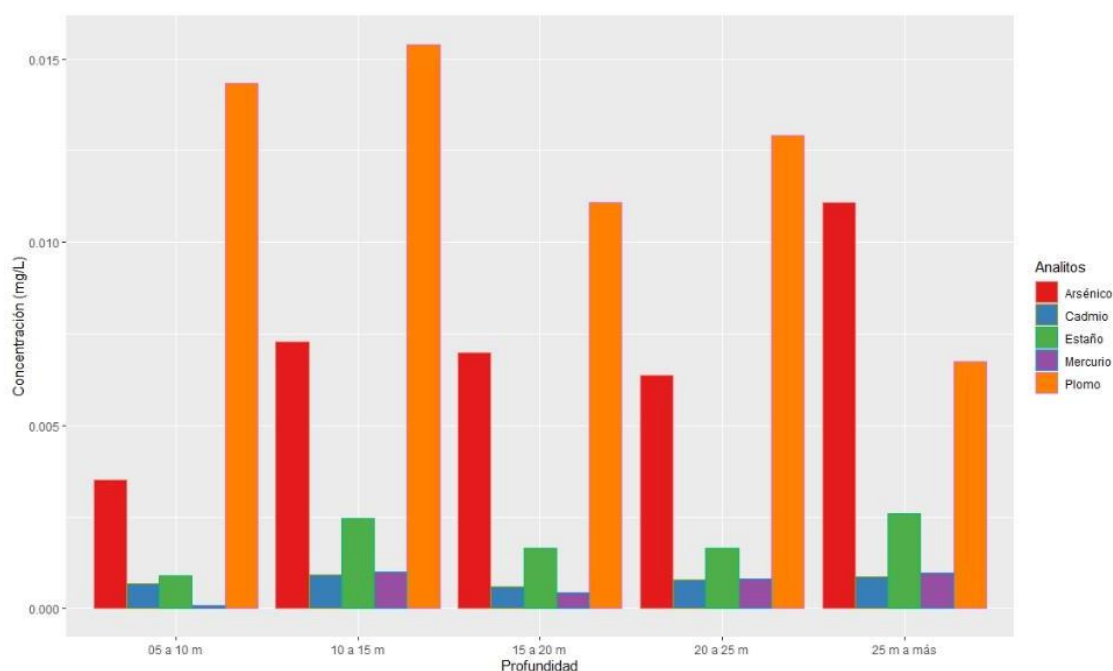
Parámetros para análisis de laboratorio en agua de mar

Metales Pesados

Para el análisis de metales en las zonas blanco se recolectaron muestras en 5 estaciones en la zona intermareal, y en 9 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo entre

5 a 10 metros de profundidad, 1 estación al intervalo entre 10 a 15 metros, 5 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Adicionalmente, para cada estación de la zona submareal se tomó una muestra a nivel superficial, a un metro de profundidad aproximadamente. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de As, Cd, Pb, Hg y Sn en la matriz agua, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en agua se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 0.00462 a 0.00547 mg/L; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.00039 a 0.00063 mg/L; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 0.00784 a 0.01010 mg/L; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.000080 a 0.000630 mg/L; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.0012 a 0.0028 mg/L. De manera general, para As y Pb el intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad; mientras que, para Cd, Hg y Sn el intervalo más somero, entre 0 a 5 metros de profundidad presenta las mayores concentraciones promedio. La Tabla 52 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 65 muestra el resumen de los resultados analíticos para los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en las Figura 66 y Figura 67. Los mapas mostrados en estas figuras se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en agua (superficie y fondo), con su distribución por estación.



Fuente: ERM, 2023

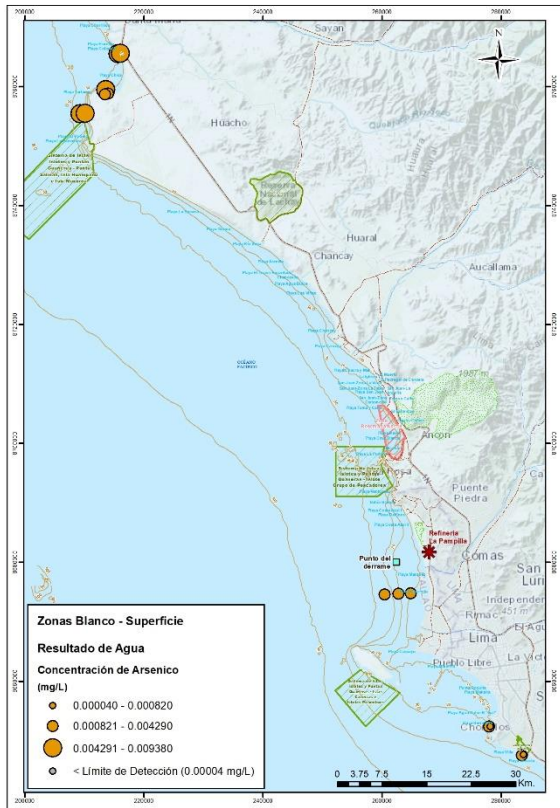
Figura 65 Resumen de resultados de metales en agua – Zonas blanco

Tabla 52 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/L) en agua – Zonas blanco

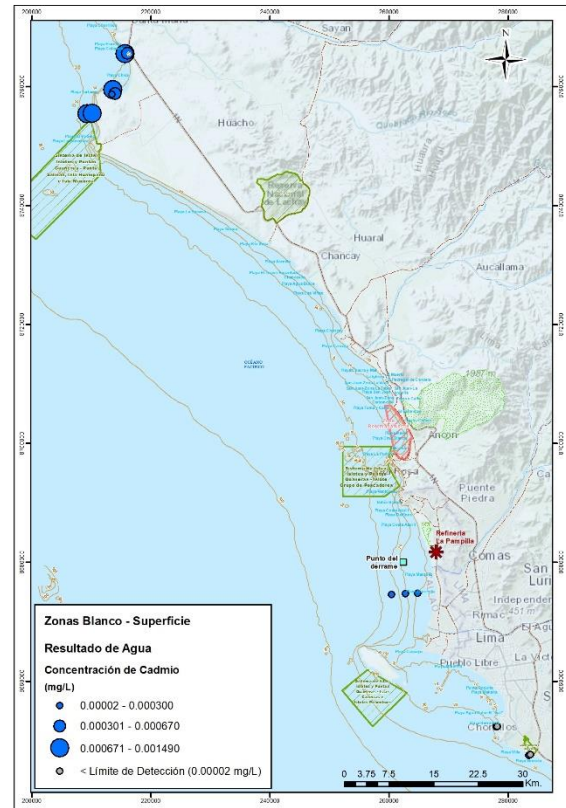
Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	0.00462	0.00316	0.00045	0.00938
	5 a 10 m	0.00352*	-	-	-
	10 a 15 m	0.00553*	-	-	-
	15 a 20 m	0.00547	0.00465	0.00175	0.01465
	20 a 25 m	0.00458*	-	-	-
	Mayor a 25 m	0.01343*	-	-	-
Cadmio	0 a 5 m	0.00063	0.00050	0.00010	0.00149
	5 a 10 m	0.00069*	-	-	-
	10 a 15 m	0.00061*	-	-	-
	15 a 20 m	0.00039	0.00026	0.00015	0.00088
	20 a 25 m	0.00028*	-	-	-
	Mayor a 25 m	0.00026*	-	-	-
Plomo	0 a 5 m	0.00784	0.00634	0.00071	0.02229
	5 a 10 m	0.01434*	-	-	-
	10 a 15 m	0.01015*	-	-	-
	15 a 20 m	0.01010	0.00553	0.00459	0.01821
	20 a 25 m	0.01496*	-	-	-
	Mayor a 25 m	0.00467*	-	-	-
Mercurio	0 a 5 m	0.000630	0.000840	0.000030	0.001960
	5 a 10 m	0.000094*	-	-	-
	10 a 15 m	0.000062*	-	-	-
	15 a 20 m	0.000080	0.000020	0.000050	0.000110
	20 a 25 m	0.000082*	-	-	-
	Mayor a 25 m	0.000051*	-	-	-
Estaño	0 a 5 m	0.0028	0.0004	0.0023	0.0033
	5 a 10 m	0.0009*	-	-	-
	10 a 15 m	0.0026*	-	-	-
	15 a 20 m	0.0012	0.0009	0.0006	0.0029
	20 a 25 m	0.0009*	-	-	-
	Mayor a 25 m	0.0019*	-	-	-

(*): valor representativo, concentración de la única muestra tomada en el intervalo de profundidad

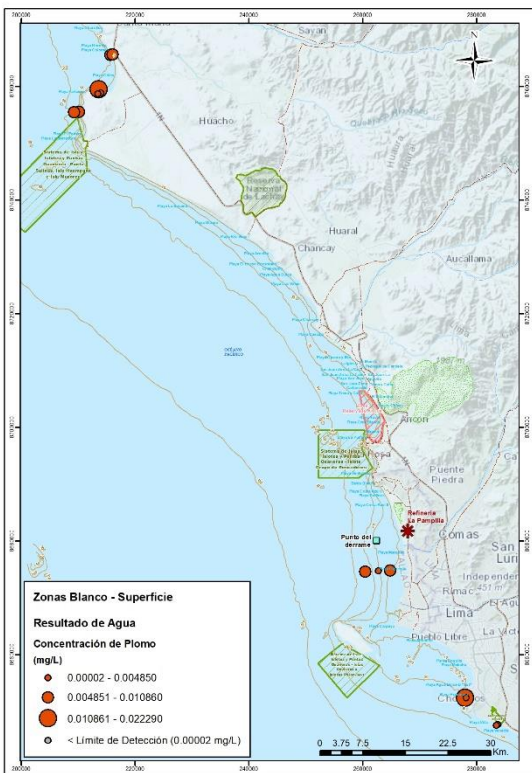
Fuente: ERM, 2023



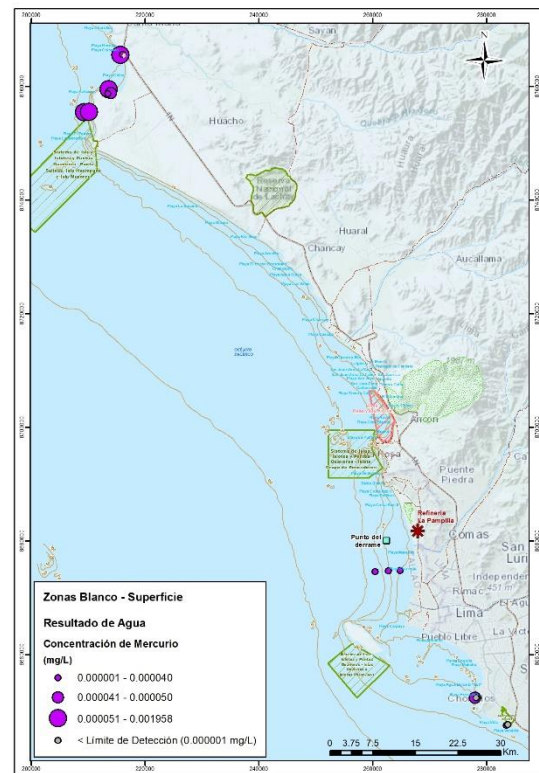
a)



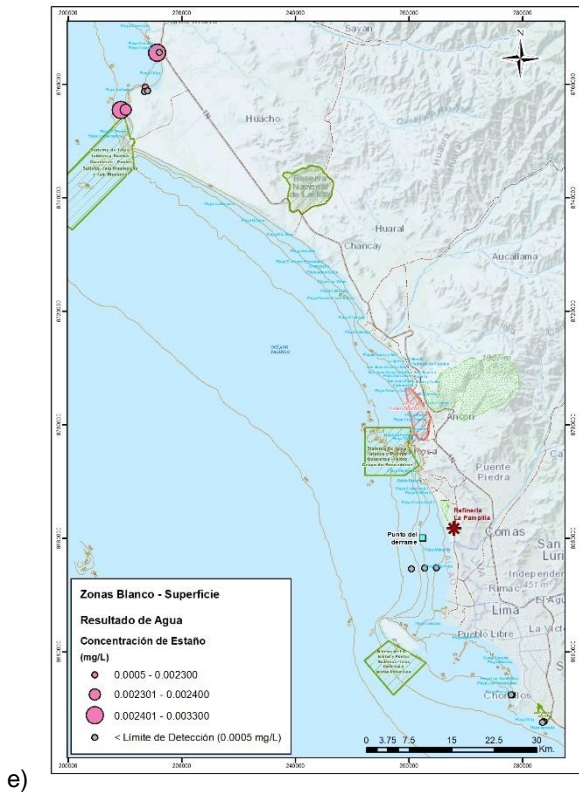
b)



c)

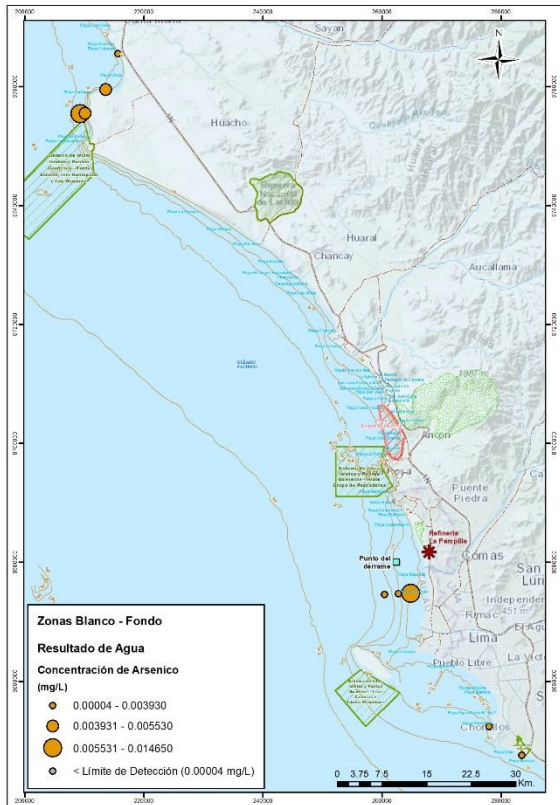


d)

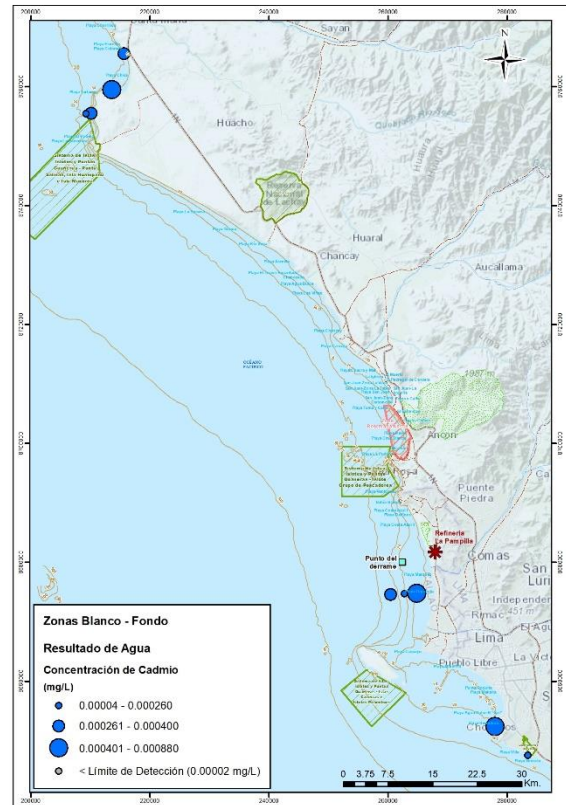


Fuente: ERM, 2023

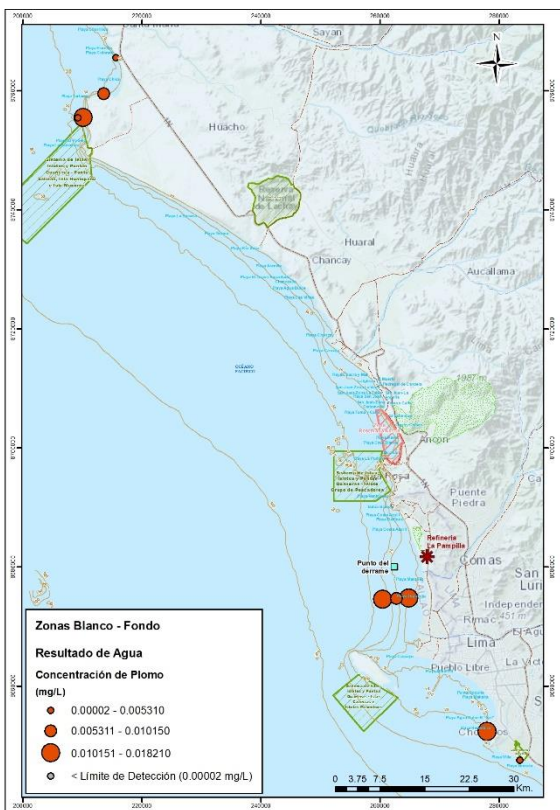
Figura 66 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estaño en agua por estación (superficie)– Zonas blanco



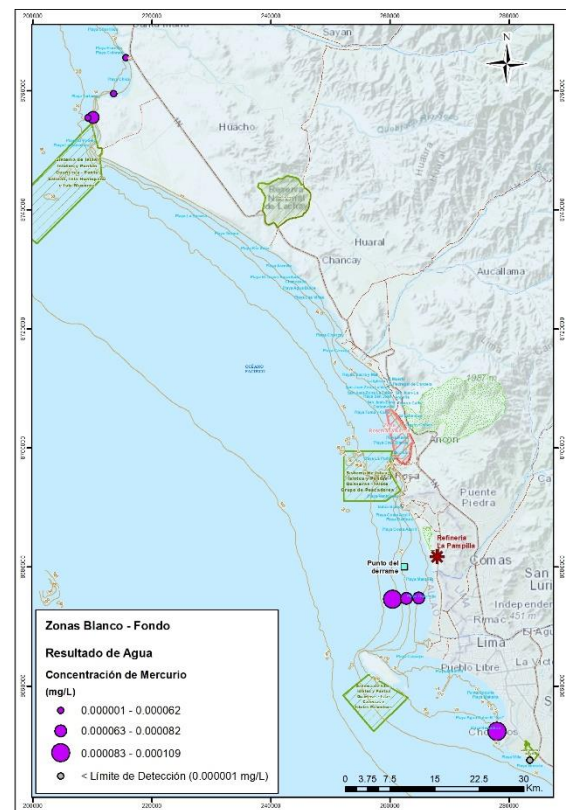
a)



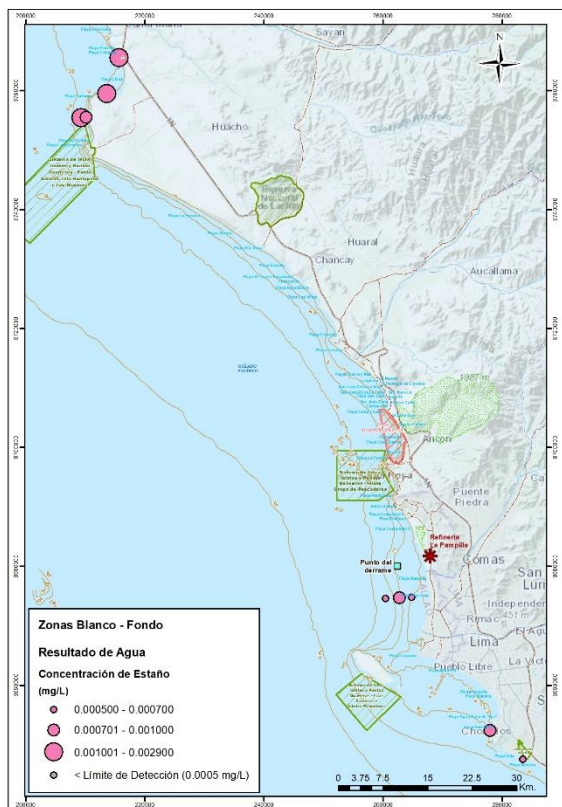
b)



c)



d)



e)

Fuente: ERM, 2023

Figura 67 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) plomo, d) mercurio y e) estano en agua por estación (fondo)– Zonas blanco

Sulfuro de hidrógeno

Para el análisis de sulfuro de hidrógeno en las zonas blanco se recolectaron muestras en 9 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 1 estación al intervalo entre 10 a 15 metros, 5 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 1 estación al intervalo entre 20 a 25 metros, y 1 estación al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada.

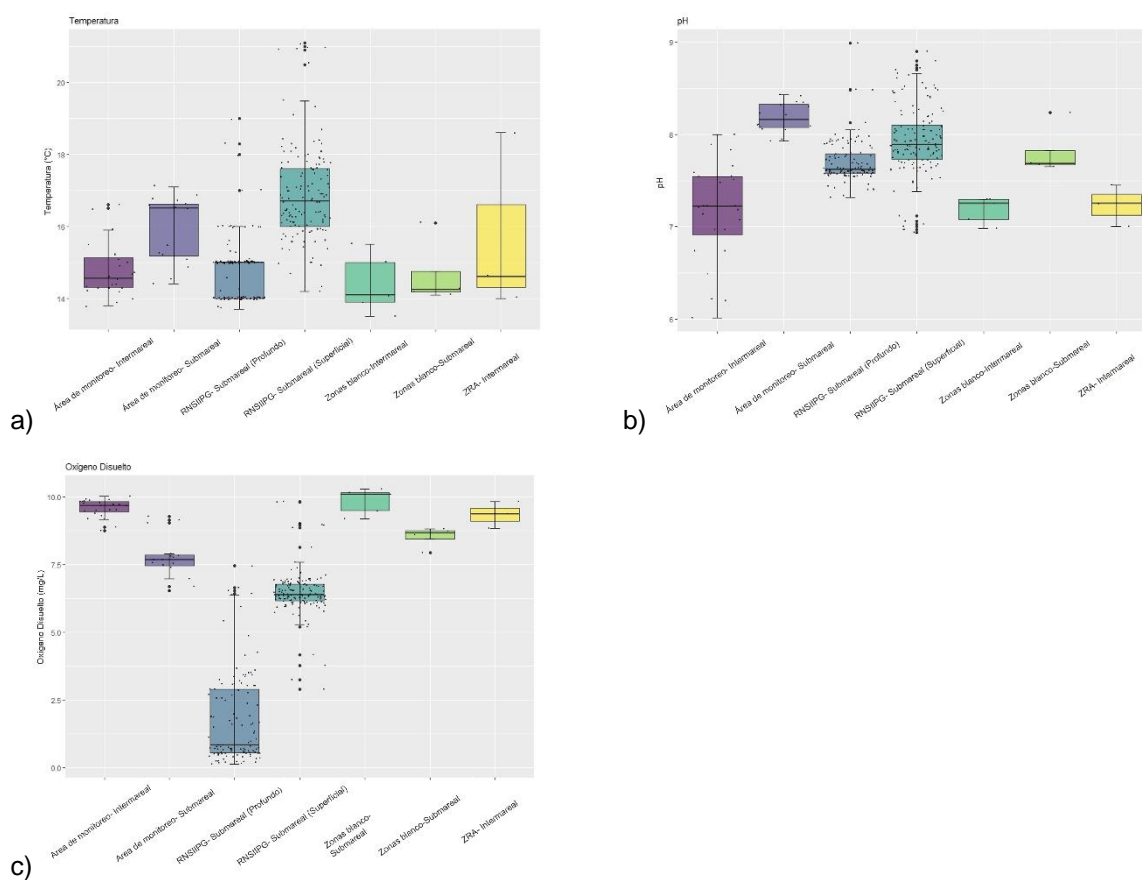
Con base en los resultados analíticos, las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección (<0.001 mg/L), a excepción de la muestra BM 02 del intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, con una concentración de 0.007 mg/L S.

7.1.1.5 Comparación de resultados de agua con información secundaria

Respecto a los parámetros de lecturas directas (*In situ*), los resultados sugieren una similitud entre áreas, aunque con ligeras diferencias. Se observa en lo general condiciones de pH neutro, temperatura y saturación de oxígeno dentro de los valores reportados en caracterizaciones previas de la región, de acuerdo con la bibliografía consultada en la Sección 1 del presente reporte. Además, los resultados son similares entre las cuatro áreas analizadas, con base en el análisis de los resultados disponibles. Se observa una disminución tanto de la temperatura como de la saturación de oxígeno disuelto conforme se profundiza la columna de agua. Sin embargo, este comportamiento es esperado como resultado de las

interacciones entre el océano y la atmósfera, así como resultado de la actividad microbiana (ej. respiración autótrofa y remineralización de la materia orgánica (Schlosser et al., 2018; Schunck et al., 2013).

En lo particular, se observa que la RNSIIPG Grupo Pescadores presenta una concentración promedio de oxígeno disuelto menor en comparación con el resto de las otras áreas, así como una distribución más amplia en comparación al resto. Posiblemente, esto podría explicarse debido a la mayor tasa de consumo de oxígeno que requiere la descomposición de la materia fecal de aves, y remineralización de otras fuentes de biomasa que se presenta en mayor proporción en esta área en comparación con el resto. La Figura 68 muestra la comparación de la distribución de los resultados de temperatura, pH y oxígeno disuelto en las áreas analizadas.



Fuente: ERM, 2023

Figura 68 Comparación de la distribución de resultados de a) temperatura, b) pH, y c) oxígeno disuelto por área

Respecto a los parámetros de registro en la columna de agua, los resultados también sugieren una similitud entre áreas, aunque con diferencias más evidentes en el comportamiento de otros parámetros adicionales respecto a aquellos analizados como lecturas directas. Se observan en lo general perfiles de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y conductividad dentro de los rangos de valores y comportamientos esperados. Además, los resultados son similares entre las cuatro áreas analizadas, y a lo largo de la columna de agua, con base en la distribución de los resultados disponibles para el análisis. Se observa una disminución tanto de la temperatura como de la saturación de oxígeno disuelto conforme se profundiza la columna de agua, y un aumento tanto de la conductividad como de la salinidad con la

profundidad. Estos últimos presentan una desviación estándar cercana a cero a lo largo de la mayor parte de la columna de agua. No obstante, aunque los perfiles de turbidez y clorofila presentan en lo general una tendencia a disminuir con la profundidad conforme al comportamiento esperado; se observan diferencias entre los valores promedio y variabilidad a lo largo de la columna de agua para cada área analizada. Por ejemplo, la columna de agua en RNSIIPG – Grupo Pescadores presenta valores de turbidez promedio y clorofila menores, en comparación con el resto de las otras áreas, particularmente en el intervalo más superficial. Además, en ZRA el perfil de turbidez se observa invertido en comparación con las otras áreas; es decir, que el intervalo más profundo es más turbio en comparación con los intervalos someros, lo que podría explicarse debido a la morfología de la bahía. Así mismo, el perfil de turbidez para las Zonas blanco presenta una discontinuidad, lo que sugiere que las características de arrastre y suspensión de partículas podrían ser diferentes entre la zona al sur y la zona al norte fuera del área de potencial impacto.

Respecto a los parámetros inorgánicos (metales y sulfuro de hidrogeno), los resultados sugieren una similitud en toda la región evaluada, así como entre las cuatro áreas. En lo general, los intervalos más profundos de la columna de agua presentan mayores concentraciones de metales en comparación con los intervalos más superficiales. Este comportamiento de los resultados es esperado, debido a que los procesos de precipitación y adsorción tienden a acumular estos elementos en el fondo marino, y las características fisicoquímicas observadas (baja concentración de oxígeno y ligera acidificación en comparación con la superficie) favorecen la solubilidad de los metales (Chuan et al., 1996) en el fondo. Además, casi la totalidad de los resultados de sulfuro de hidrógeno estuvieron por debajo del límite de detección del método de laboratorio (0.001 mg/L). Esta evidencia sugiere que la oxidación de sulfuro domina en la interfaz entre sedimento y agua de fondo, posiblemente como mecanismo de respiración bacteriana durante la reducción de compuestos nitrogenados (Schlosser et al., 2018).

Al comparar los resultados de metales contra los estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, se observan estaciones con concentraciones por encima de estos criterios para uno o más analitos. En el caso del área de monitoreo, al comparar contra la categoría C1B1 se observan 13 excedencias de As (0.01 mg/L), 2 excedencias de Cd (0.01 mg/L), 27 excedencias de Pb (0.01 mg/L) y 8 excedencias de Hg (0.001 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C2 se observan 2 excedencias de As (0.05 mg/L), 2 excedencias de Cd (0.01 mg/L), 35 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 8 excedencias de Hg (0.001 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C3 se observan 2 excedencias de As (0.05 mg/L), 3 excedencias de Pb (0.03 mg/L) y 4 excedencias de Hg (0.0018 mg/L), mientras que para el Cd no hay un límite definido en esta categoría por lo que no hay excedencias. Al comparar contra la categoría C4E3 se observan 2 excedencias de As (0.036 mg/L), 2 excedencias de Cd (0.0088 mg/L), 35 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 38 excedencias de Hg (0.0001 mg/L). Por otro lado, para el caso de la Zona Reservada de Ancón, al comparar contra la categoría C1B1 se observan 5 excedencias de As (0.01 mg/L), 7 excedencias de Pb (0.01 mg/L) y 3 excedencias de Hg (0.001 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C2 se observan 14 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 3 excedencias de Hg (0.001 mg/L), no se observan excedencias de As (0.05 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C3 se observa 1 excedencia de Pb (0.03 mg/L) y 3 excedencias de Hg (0.0018 mg/L), no se observan excedencias de As (0.5 mg/L). Al comparar contra la categoría C4E3 se observa 1 excedencia de As (0.036 mg/L), 14 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 12 excedencias de Hg (0.0001 mg/L). No se observaron excedencias de Cd en ninguna categoría. Por otra parte, para el caso de la RNSIIPG Grupo Pescadores, al comparar contra la categoría C1B1 se observan 44 excedencias de As (0.01 mg/L), 21 excedencias de Pb (0.01 mg/L) y 74 excedencias de Hg (0.001 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C2 se observan 15 excedencias de As (0.05 mg/L), 32 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 74 excedencias de Hg (0.001 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C3 se observan 15 excedencias de As (0.05 mg/L), 1 excedencia de Pb (0.03 mg/L) y 65 excedencias de Hg (0.0018 mg/L). Al comparar contra la categoría C4E3 se observan 21 excedencias de As (0.036 mg/L), 32 excedencias de Pb (0.0081 mg/L)

y 118 excedencias de Hg (0.0001 mg/L). No se observaron excedencias de Cd en ninguna categoría. Finalmente, para las zonas blanco, al comparar contra la categoría C1B1 se observan 2 excedencias de As (0.01 mg/L), 8 excedencias de Pb (0.01 mg/L) y 4 excedencias de Hg (0.001 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C2 se observan 11 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 4 excedencias de Hg (0.001 mg/L), no se observan excedencias de As (0.05 mg/L). Al comparar contra la categoría C2C3 se observan 3 excedencias de Hg (0.0018 mg/L), no se observan excedencias de As (0.05 mg/L), ni de Pb (0.03 mg/L). Al comparar contra la categoría C4E3 se observan 11 excedencias de Pb (0.0081 mg/L) y 5 excedencias de Hg (0.0001 mg/L), no se observan excedencias de As (0.036 mg/L). No se observaron excedencias de Cd en ninguna categoría.

Cabe destacar que, al comparar los resultados de metales con estudios previos disponibles para las áreas evaluadas, se observan algunas similitudes y diferencias. Respecto a As, Cajaleon & Concepcion (2018) reportaron concentraciones que no superan el ECA C4E3 (0.036 mg/L As) para las zonas de Huacho y Chorrillos; lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente monitoreo. Por otra parte, los mismos autores no reportan concentraciones de Hg por encima de los límites de detección del método analítico, contrario a los resultados de este estudio para las zonas blanco donde se presentan detecciones en 20 estaciones de 23 evaluadas. Cabe mencionar que la bibliografía disponible es limitada dado que las áreas evaluadas en ésta no corresponden con estos estudios.

7.1.1.6 Conclusiones de los resultados de parámetros fisicoquímicos en agua

- Respecto a los parámetros fisicoquímicos In Situ (oxígeno disuelto, temperatura y pH) y parámetros de registro en la columna de agua (conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, turbidez y clorofila), los valores observados reflejan condiciones típicas para el área evaluada, de acuerdo con la bibliografía consultada, por lo que no habría evidencias de posibles efectos adversos en el medio ambiente derivados del derrame de petróleo.
- Respecto a las concentraciones de compuestos inorgánicos en agua (metales pesados y sulfuro de hidrógeno), los valores observados también reflejan condiciones típicas para el área evaluada de acuerdo con la bibliografía consultada y no se observa evidencia de posibles efectos adversos en el medio ambiente derivados del derrame de petróleo.

7.1.2 Resultados de los parámetros fisicoquímicos en sedimento

Para el análisis de los resultados de laboratorio en sedimento, se presenta a continuación el resumen de los resultados analíticos promedio de metales pesados, azufre total, hidrocarburos totales de petróleo (HTP) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en sedimento, por intervalos de profundidad de 5 metros, desde superficie hasta la máxima profundidad registrada (fondo). Los resultados analíticos por estación se encuentran en el Anexo 7. Los mapas con las distribuciones por estación para cada parámetro, según aplique, se encuentran en el Anexo 12.

7.1.2.1 Área de Monitoreo

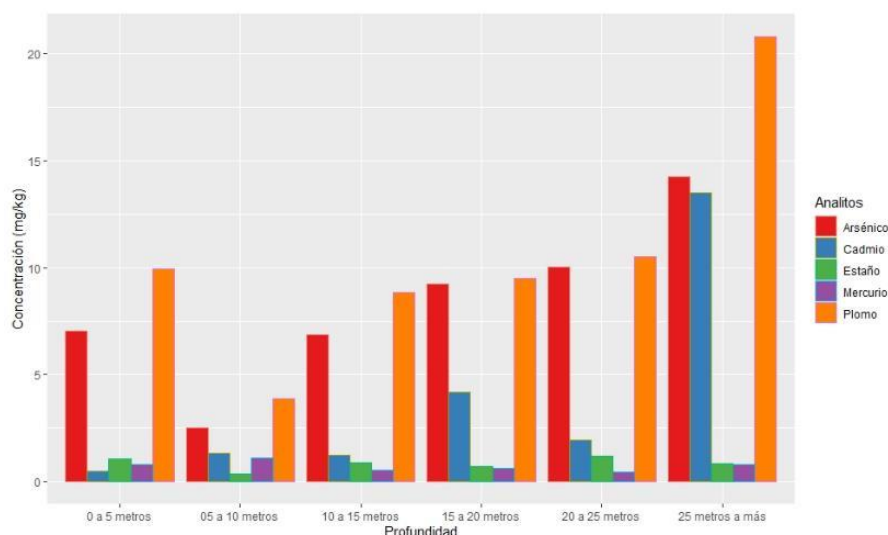
Metales

Para el análisis de metales en el área de monitoreo se recolectaron muestras en 24 estaciones de la zona intermareal, y en 57 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 18 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 11 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 6 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 21 estaciones al intervalo

mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz de sedimento, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en sedimento se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 5.37 a 14.26 mg/kg; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.50 a 13.49 mg/kg; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 7.50 a 20.80 mg/kg; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.320 a 0.800 mg/kg; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.70 a 1.20 mg/kg. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el intervalo más superficial. La Tabla 53 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 69 muestra el resumen de los resultados analíticos para los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en la Fuente: ERM, 2023

Figura 70. Los mapas mostrados en esta figura se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en sedimento, con su distribución por estación.



Fuente: ERM, 2023

Figura 69 Resumen de resultados de metales en sedimento – Área de Monitoreo

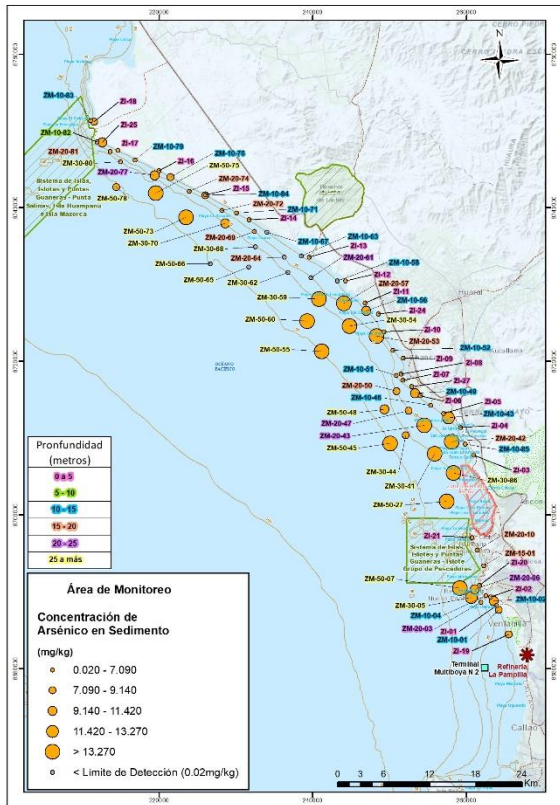
Tabla 53 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – Área de Monitoreo

Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	5.37	1.57	2.83	9.46
	5 a 10 m	2.53*	-	-	-
	10 a 15 m	6.85	2.66	2.45	11.68
	15 a 20 m	9.23	6.03	2.88	19.94
	20 a 25 m	10.03	2.59	6.05	13.43
	Mayor a 25 m	14.26	4.26	5.35	19.74

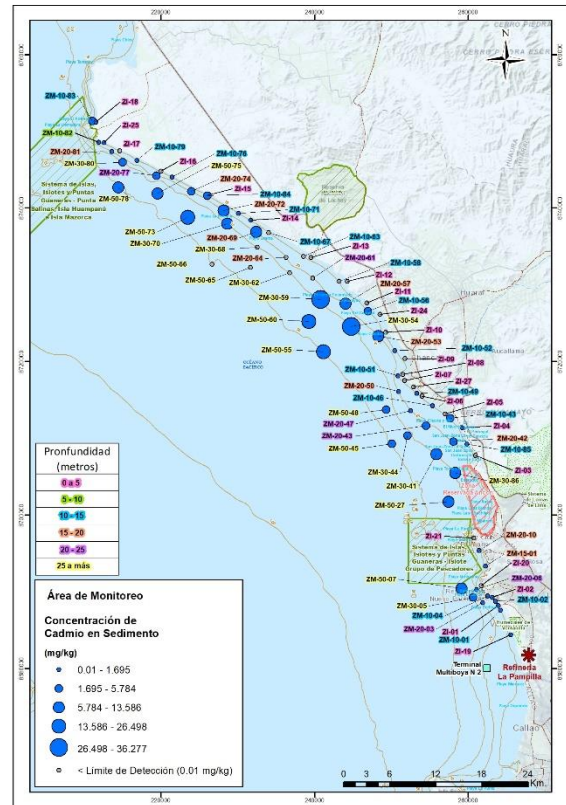
Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Cadmio	0 a 5 m	0.50	0.40	0.13	1.15
	5 a 10 m	1.34*	-	-	-
	10 a 15 m	1.23	1.03	0.20	3.53
	15 a 20 m	4.17	3.38	0.22	9.84
	20 a 25 m	1.97	1.34	0.57	4.15
	Mayor a 25 m	13.49	10.67	2.02	36.28
Plomo	0 a 5 m	7.50	3.64	4.06	17.24
	5 a 10 m	3.86*	-	-	-
	10 a 15 m	8.85	3.88	3.76	18.97
	15 a 20 m	9.49	5.60	4.56	19.72
	20 a 25 m	10.52	2.85	7.35	14.81
	Mayor a 25 m	20.80	12.45	5.22	50.57
Mercurio	0 a 5 m	0.320	0.470	0.002	1.770
	5 a 10 m	1.130*	-	-	-
	10 a 15 m	0.540	0.660	0.010	2.290
	15 a 20 m	0.640	0.860	0.010	2.990
	20 a 25 m	0.470	0.770	0.050	2.010
	Mayor a 25 m	0.800	0.830	0.080	2.900
Estaño	0 a 5 m	0.70	0.48	0.12	2.38
	5 a 10 m	0.38*	-	-	-
	10 a 15 m	0.90	0.55	0.30	2.07
	15 a 20 m	0.72	0.22	0.46	1.15
	20 a 25 m	1.20	0.43	0.77	2.01
	Mayor a 25 m	0.84	0.42	0.32	2.19

(*): valor representativo, concentración de la única muestra tomada en el intervalo de profundidad

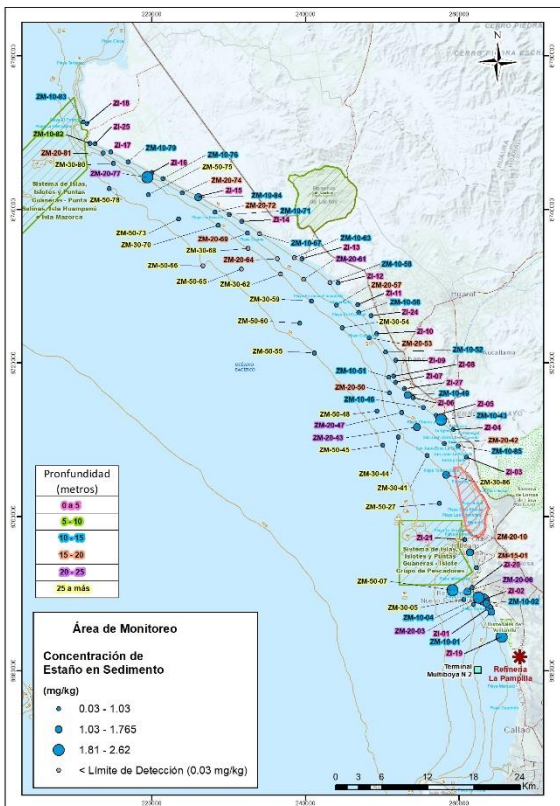
Fuente: ERM, 2023



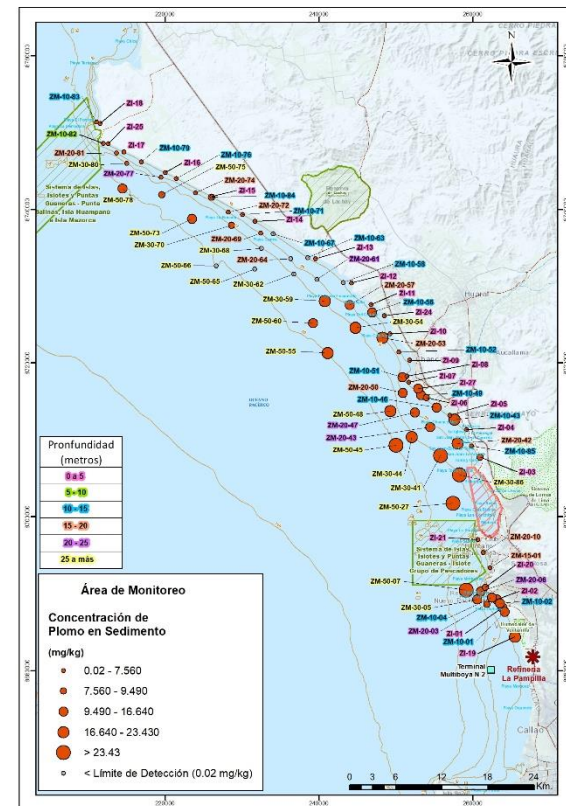
a)



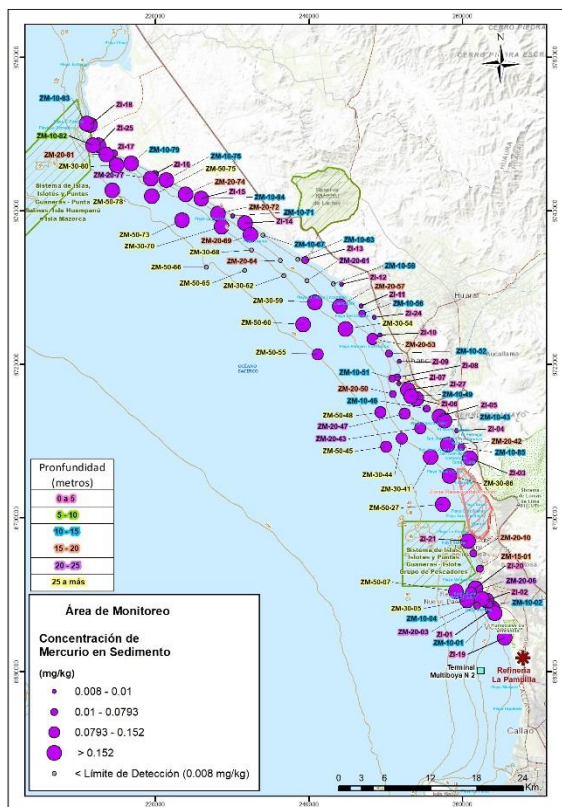
b)



c)



d)



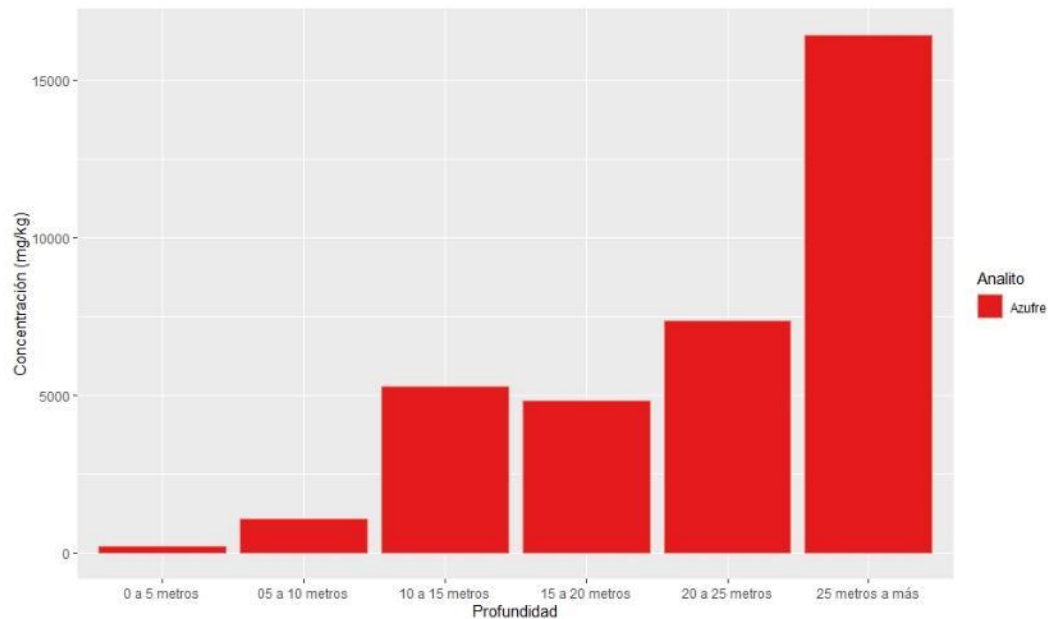
e)

Fuente: ERM, 2023

Figura 70 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio (mg/kg) en sedimento por estación – Área de Monitoreo

Azufre total

Para el análisis de azufre total en el área de monitoreo se recolectaron muestras en 24 estaciones de la zona intermareal, y en 57 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 18 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 11 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 6 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 21 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de azufre varían entre 222.9 a 16,445.4 mg/kg. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el intervalo más superficial. La Figura 71 muestra el resumen de los resultados analíticos de S por intervalo de profundidad. La Tabla 54 muestra el resumen de las concentraciones de azufre por intervalo de profundidad, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 72 muestra el mapa con la distribución de azufre por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.



Fuente: ERM, 2023

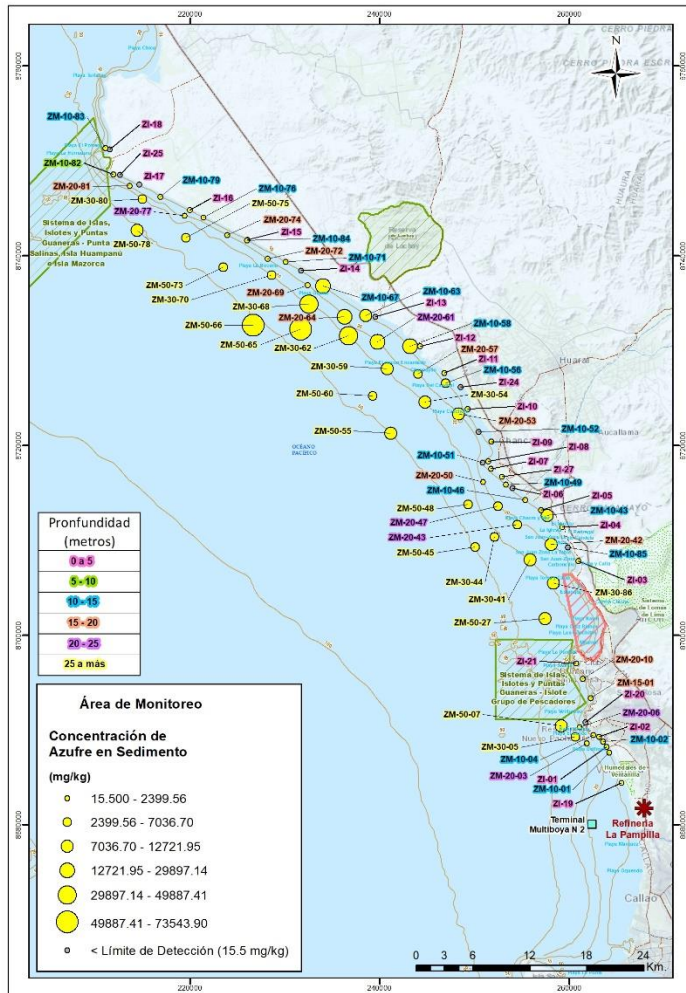
Figura 71 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – Área de Monitoreo

Tabla 54 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	222.9	141.6	24.2	468.9
5 a 10 m	1,100.4*	-	-	-
10 a 15 m	5,293.1	8,001.4	322.1	27,918.1
15 a 20 m	4,840.00	5,705.8	393.9	19,843.3
20 a 25 m	7,374.00	10,210.9	1,305.7	29,897.1
Mayor a 25 m	16,445.4	20,451.4	2,785.1	73,543.9

(*): valor representativo, concentración de la única muestra tomada en el intervalo de profundidad

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 72 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – Área de Monitoreo

HTP

Para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en el área de monitoreo se recolectaron muestras en 24 estaciones de la zona intermareal, y en 57 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 18 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 11 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 6 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 21 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de HTP varían entre 23.3 a 81.7 mg/kg. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el resto. Cabe notar que para el intervalo entre 0 a 5 m de profundidad no se observaron concentraciones de HTP por encima del límite de detección analítico (1.2 mg/kg HTP). La Tabla 55 muestra el resumen de las concentraciones de HTP por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 73 muestra el mapa con la distribución de HTP por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

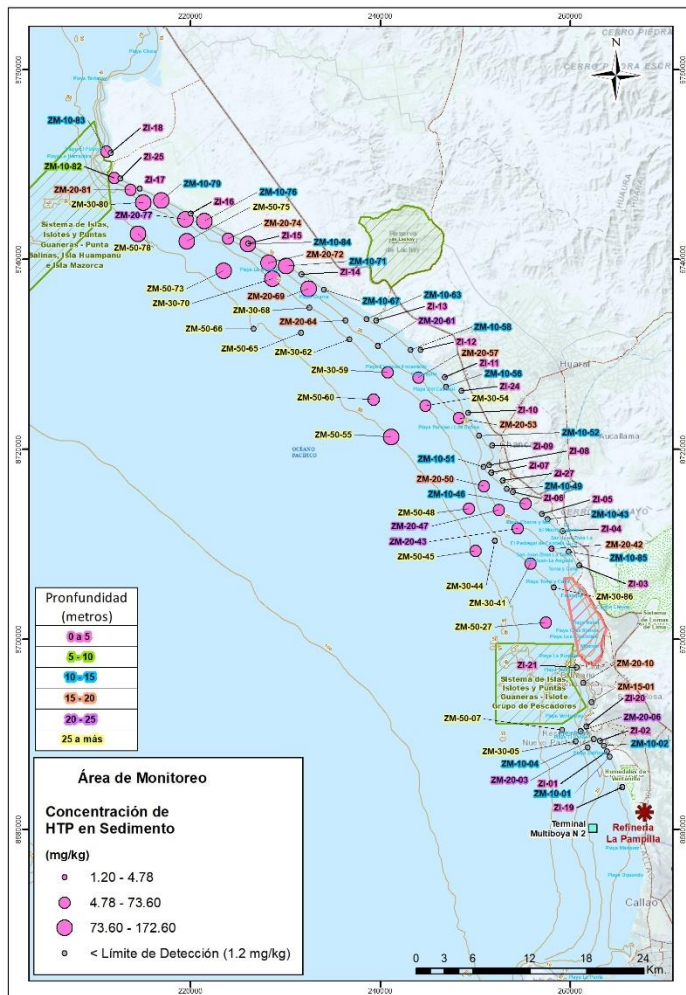
Tabla 55 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – Área de Monitoreo

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	-	-	ND	ND
5 a 10 m	23.3*	-	-	-
10 a 15 m	72.7	31.5	24.9	108.5
15 a 20 m	46.4	30.9	4.8	97.2
20 a 25 m	53.6	29.7	29.5	95.5
Mayor a 25 m	81.7	44.4	24.1	156.8

ND: no detectado, concentración menor al límite de detección del método de laboratorio.

(*): valor representativo, concentración de la única muestra tomada en el intervalo de profundidad

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 73 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación – Área de Monitoreo

HAPs

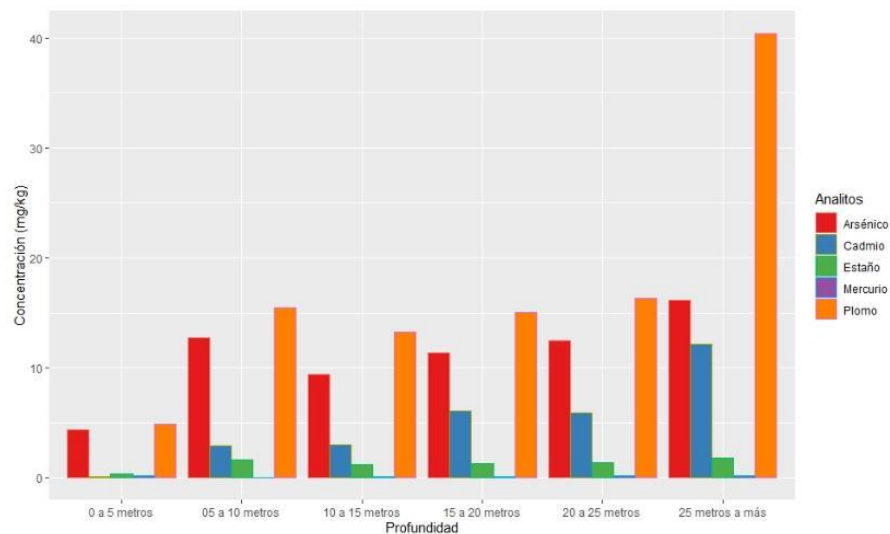
Para el análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en el área de monitoreo se recolectaron muestras en 24 estaciones de la zona intermareal, y en 57 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 18 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 11 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 6 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 21 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

7.1.2.2 Zona Reservada de Ancón

Metales

Para el análisis de metales en la Zona Reservada de Ancón se recolectaron muestras en 3 estaciones de la zona intermareal, y en 25 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 5 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 5 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 3 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 5 estaciones al intervalo entre 20 a 25, y 7 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz de sedimento, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en sedimento se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 4.04 y 16.13 mg/kg; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.14 a 12.16 mg/kg; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 5.36 a 40.41 mg/kg; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.050 a 0.220 mg/kg; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.42 a 1.80 mg/kg. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el intervalo más superficial. La Tabla 56 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 74 muestra el resumen de los resultados analíticos de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en la Figura 75. Los mapas mostrados en esta figura se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en sedimento, con su distribución por estación.



Fuente: ERM, 2023

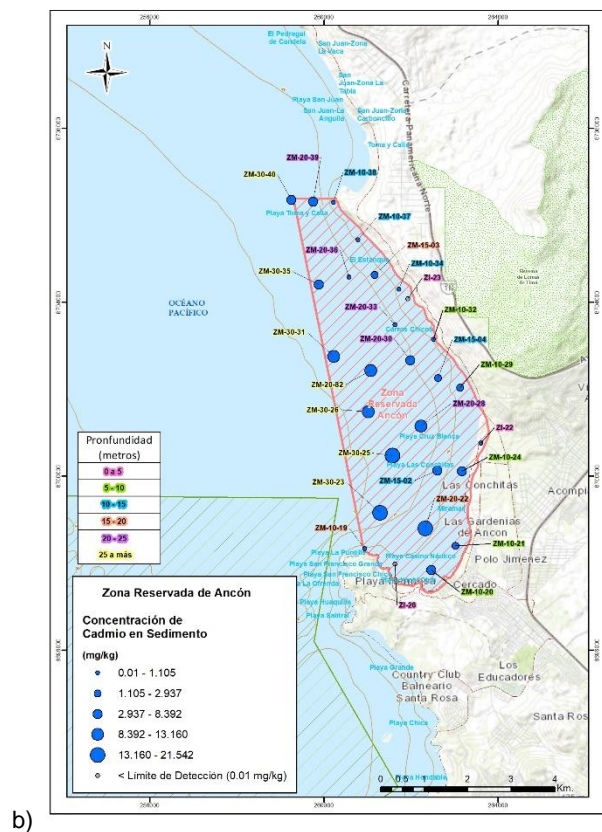
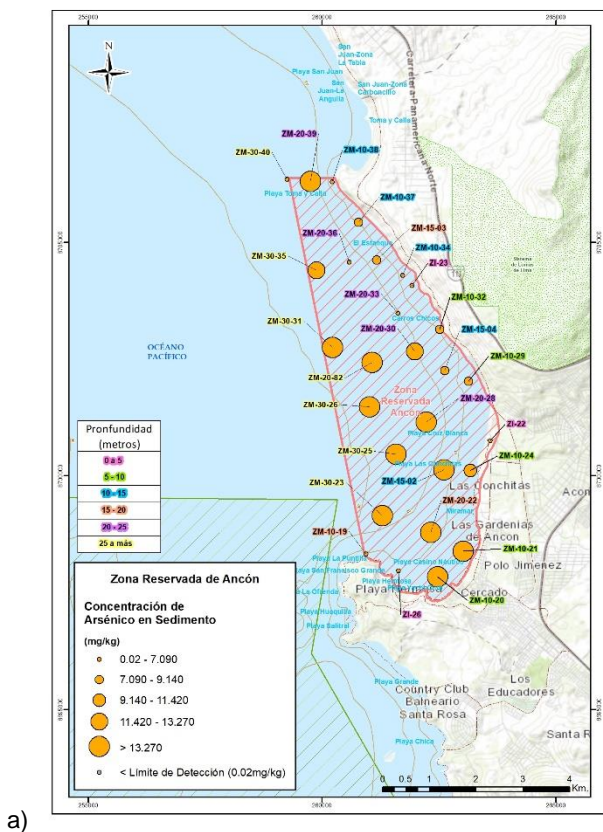
Figura 74 Resumen de resultados de metales en sedimento – ZRA

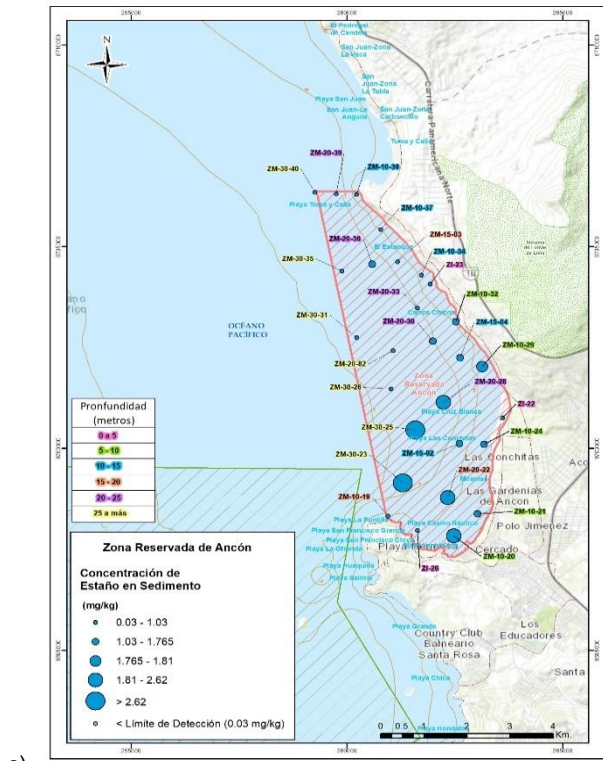
Tabla 56 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – ZRA

Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	4.04	1.42	2.16	5.59
	5 a 10 m	12.74	4.87	7.13	20.50
	10 a 15 m	8.64	4.32	3.81	16.43
	15 a 20 m	11.35	6.43	4.83	20.10
	20 a 25 m	10.84	5.07	4.25	17.75
	Mayor a 25 m	16.13	5.85	4.85	24.89
Cadmio	0 a 5 m	0.14**	-	-	-
	5 a 10 m	2.92	1.59	0.75	4.86
	10 a 15 m	2.45	3.00	0.21	8.39
	15 a 20 m	6.08	6.68	0.90	15.51
	20 a 25 m	4.86	3.85	0.61	10.27
	Mayor a 25 m	12.16	4.99	5.31	21.54
Plomo	0 a 5 m	5.36	0.49	4.91	6.05
	5 a 10 m	15.50	3.73	11.66	20.39
	10 a 15 m	13.08	3.14	7.81	17.28
	15 a 20 m	15.02	7.81	7.46	25.78
	20 a 25 m	13.87	8.72	4.16	28.40
	Mayor a 25 m	40.41	16.89	9.28	57.11
Mercurio	0 a 5 m	0.220	0.050	0.160	0.280
	5 a 10 m	0.050	0.020	0.020	0.090
	10 a 15 m	0.150	0.190	0.010	0.470

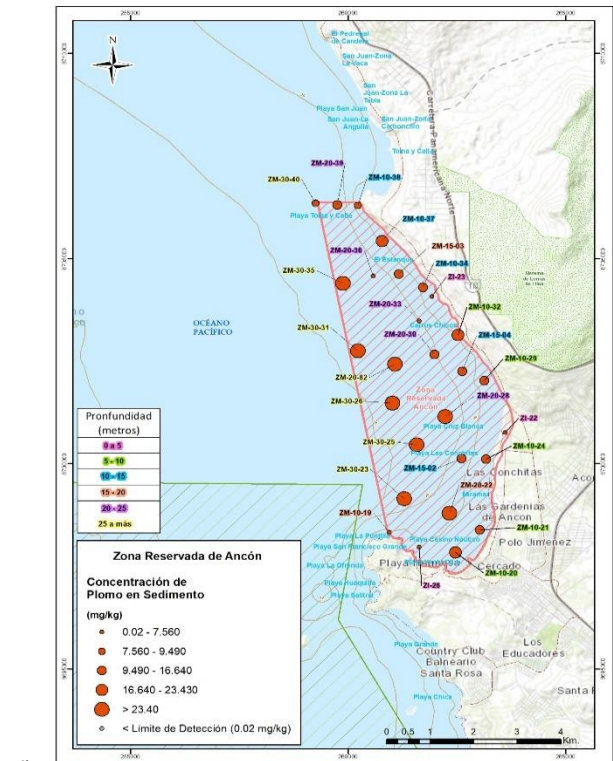
	15 a 20 m	0.080	0.100	0.010	0.220
	20 a 25 m	0.200	0.230	0.0020	0.600
	Mayor a 25 m	0.200	0.120	0.080	0.430
Estaño	0 a 5 m	0.42	0.06	0.34	0.48
	5 a 10 m	1.67	0.21	1.34	1.92
	10 a 15 m	1.05	0.53	0.31	1.66
	15 a 20 m	1.27	0.89	0.50	2.51
	20 a 25 m	1.36	0.81	0.22	2.70
	Mayor a 25 m	1.80	2.00	0.37	5.52

(**): valor representativo, concentración de la única muestra con detecciones de cadmio en el intervalo de profundidad
Fuente: ERM, 2023

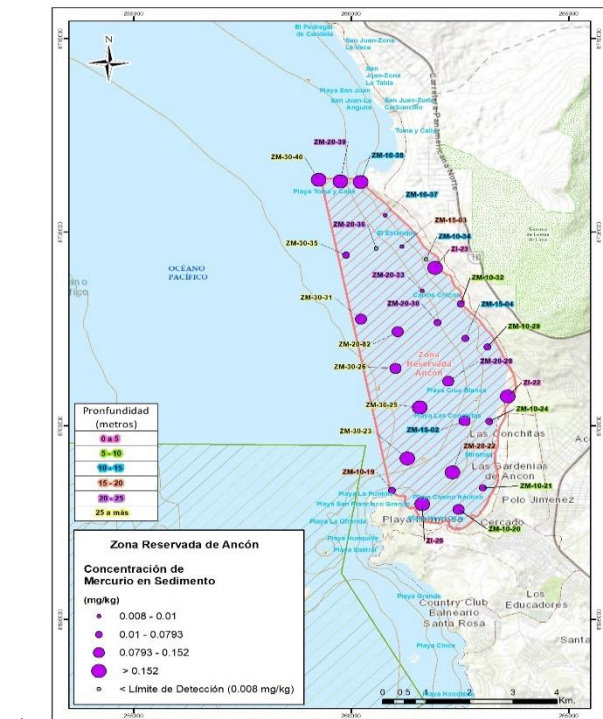




c)



d)



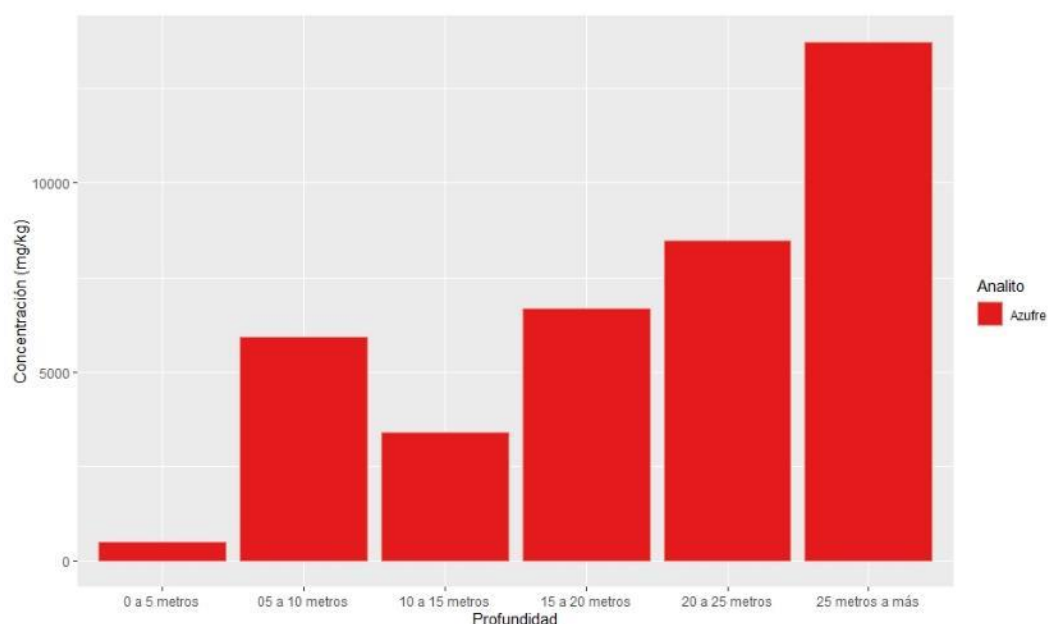
e)

Fuente: ERM, 2023

Figura 75 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio (mg/kg) en sedimento por estación – ZRA

Azufre total

Para el análisis de azufre total en la Zona Reservada de Ancón se recolectaron muestras en 3 estaciones de la zona intermareal, y en 25 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 5 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 5 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 3 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 5 estaciones al intervalo entre 20 a 25, y 7 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos, las concentraciones promedio de azufre varían entre 494.6 a 13,727.5 mg/kg, observando los valores mayores en el intervalo mayor a 25 metros de profundidad, y los menores en el intervalo entre 0 a 5 metros de profundidad. La Figura 76 muestra el resumen de los resultados analíticos de S por intervalo de profundidad. La Tabla 57 muestra el resumen de las concentraciones de azufre por intervalo de profundidad, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 77 muestra el mapa con la distribución de azufre por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.



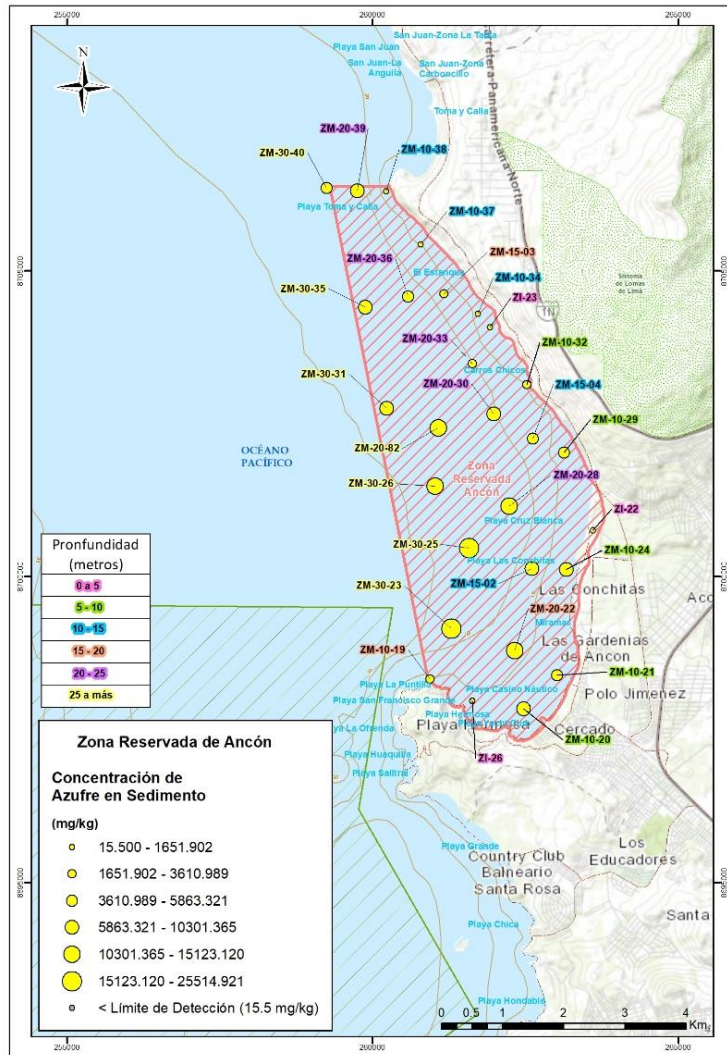
Fuente: ERM, 2023

Figura 76 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – ZRA

Tabla 57 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	494.6	109.0	340.7	579.7
5 a 10 m	5,915.7	1,604.7	3,611.0	7,755.7
10 a 15 m	3,389.7	3,219.0	179.1	9,194.7
15 a 20 m	6,687.8	5,631.8	2,330.0	14,640.2
20 a 25 m	8,473.2	4,009.2	3,415.3	15,123.1
Mayor a 25 m	13,727.5	6,897.7	4,790.0	25,514.9

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 77 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – ZRA

HTP

Para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la Zona Reservada de Ancón se recolectaron muestras en 3 estaciones de la zona intermareal, y en 25 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 5 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 5 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 3 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 5 estaciones al intervalo entre 20 a 25, y 7 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de HTP varían entre 10.9 a 51.1 mg/kg. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el resto. Cabe notar que para el intervalo entre 0 a 5 m de profundidad no se observaron concentraciones de HTP por encima del límite de detección analítico (1.2 mg/kg HTP). La Tabla 58 muestra el resumen de las concentraciones de HTP por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 78 muestra el mapa con la distribución de HTP por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 58 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – ZRA

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	-	-	ND	ND
5 a 10 m	17.5	10.9	4.1	34.3
10 a 15 m	10.9	5.4	5.5	16.3
15 a 20 m	25.9	15.1	10.9	41.0
20 a 25 m	27.5	15.6	6.7	44.3
Mayor a 25 m	51.1	18.1	26.7	79.6

ND: no detectado, concentración menor al límite de detección del método de laboratorio.

Fuente: ERM, 2023

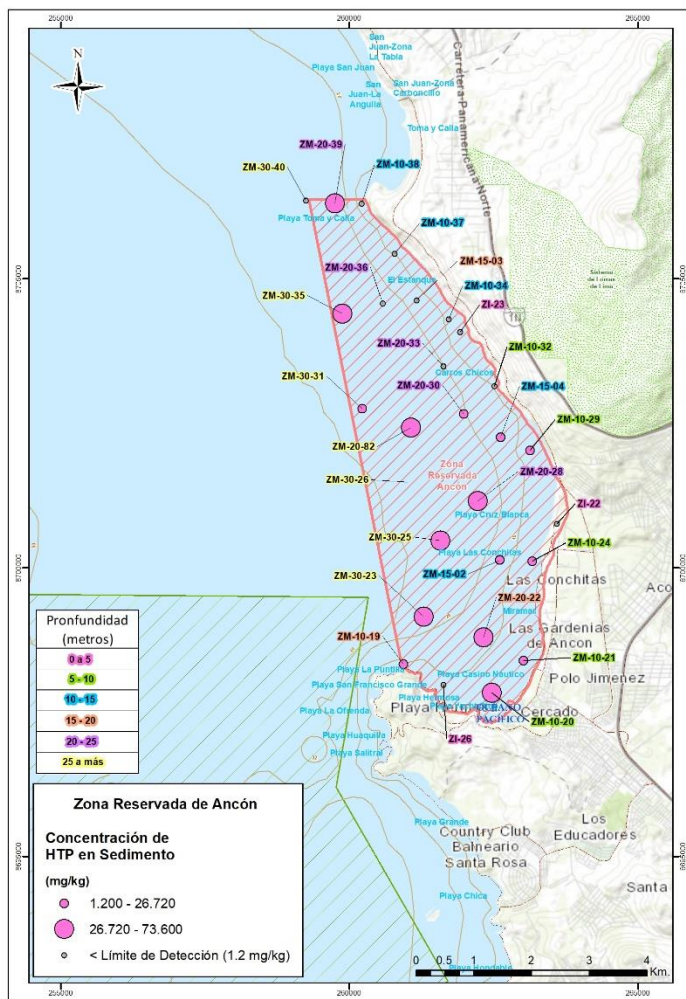


Figura 78 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación – ZRA

Fuente: ERM, 2023

HAPs

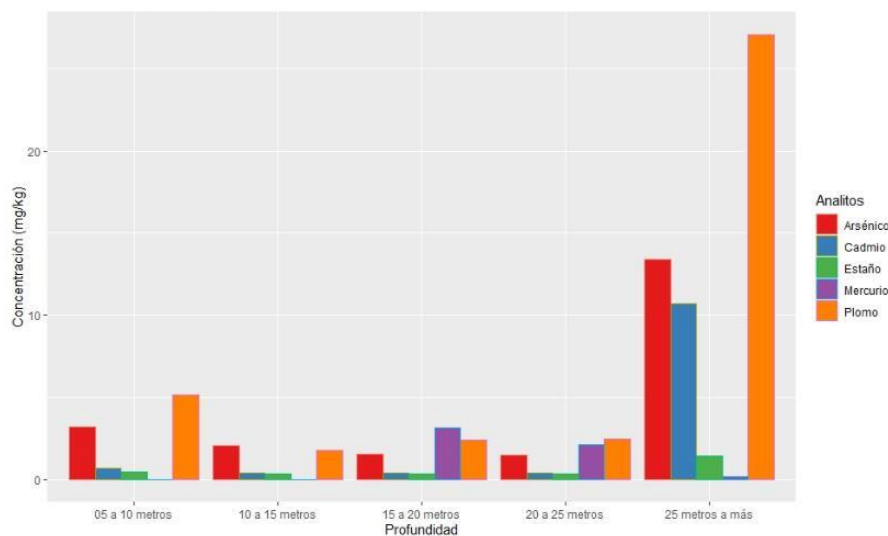
Para el análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en la Zona Reservada de Ancón se recolectaron muestras en 3 estaciones de la zona intermareal, y en 25 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 5 estaciones pertenecen al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 5 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 3 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 5 estaciones al intervalo entre 20 a 25, y 7 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

7.1.2.3 RNSIIPG – Grupo Pescadores

Metales

Para el análisis de metales en la RNSIIPG Grupo Pescadores se recolectaron muestras en 109 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 6 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 25 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, 38 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 39 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz de sedimento, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en sedimento se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 1.57 y 12.23 mg/kg; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 0.38 a 10.37 mg/kg; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 2.10 a 24.8 mg/kg; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 1.120 a 4.530 mg/kg; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.32 a 1.40 mg/kg. En general, el intervalo mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con el intervalo más superficial; excepto para el caso de mercurio, el cual se presenta en mayores concentraciones en el intervalo intermedio. La Tabla 59 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 79 muestra el resumen de los resultados analíticos para los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en la Figura 80. Los mapas mostrados en esta figura se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en sedimento, con su distribución por estación.



Fuente: ERM, 2023

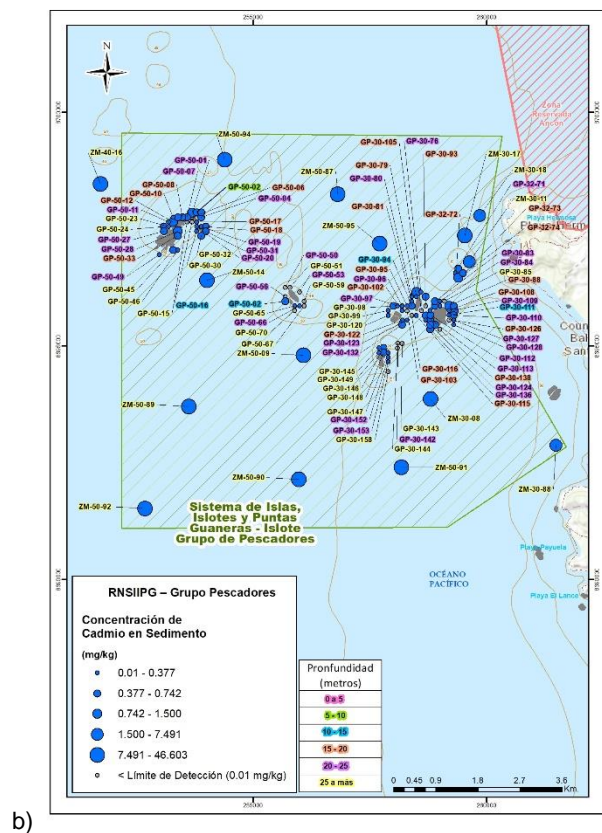
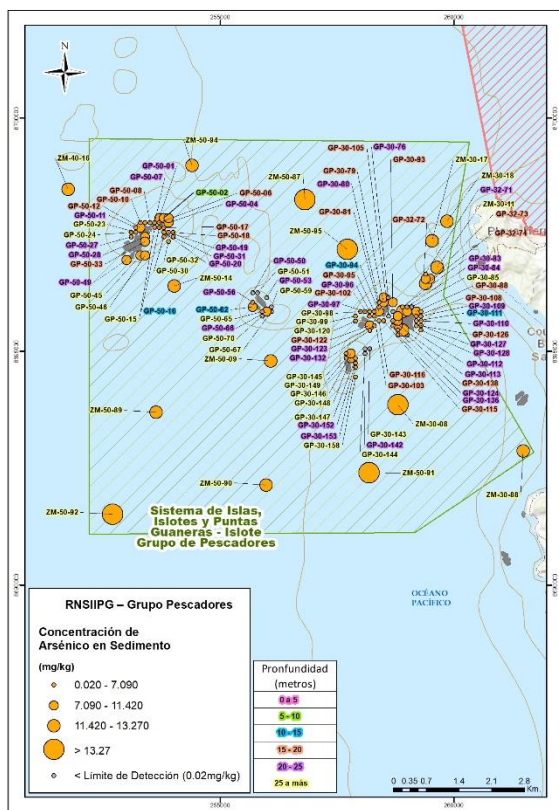
Figura 79 Resumen de resultados de metales en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores

Tabla 59 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores

Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	-	-	-	-
	5 a 10 m	3.22*	-	-	-
	10 a 15 m	3.06	2.76	0.67	8.87
	15 a 20 m	2.20	1.83	0.35	8.41
	20 a 25 m	1.57	1.19	0.27	5.76
	Mayor a 25 m	12.23	12.44	0.32	36.04
Cadmio	0 a 5 m	-	-	-	-
	5 a 10 m	0.69*	-	-	-
	10 a 15 m	0.38	0.15	0.16	0.53
	15 a 20 m	0.51	0.33	0.18	1.50
	20 a 25 m	0.43	0.26	0.12	1.07
	Mayor a 25 m	10.37	12.44	0.16	46.60
Plomo	0 a 5 m	-	-	-	-
	5 a 10 m	5.18*	-	-	-
	10 a 15 m	2.10	0.47	1.50	2.70
	15 a 20 m	2.36	1.31	0.33	4.77
	20 a 25 m	2.51	1.85	0.38	8.60
	Mayor a 25 m	24.80	30.11	0.57	96.28
Mercurio	0 a 5 m	-	-	-	-
	5 a 10 m	0.020*	-	-	-

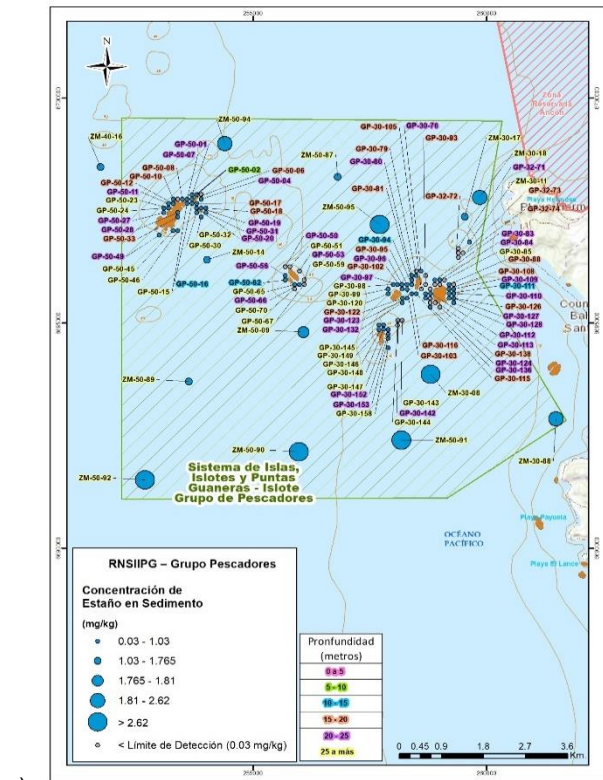
Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
	10 a 15 m	2.690	4.610	0.010	12.590
	15 a 20 m	4.530	8.450	0.002	35.130
	20 a 25 m	3.520	6.910	0.002	25.510
	Mayor a 25 m	1.120	5.250	0.010	30.760
Estaño	0 a 5 m	-	-	-	-
	5 a 10 m	0.49*	-	-	-
	10 a 15 m	0.38	0.11	0.21	0.49
	15 a 20 m	0.32	0.20	0.04	0.76
	20 a 25 m	0.36	0.22	0.01	0.84
	Mayor a 25 m	1.40	1.50	0.18	6.43

(*): valor representativo, concentración de la única muestra tomada en el intervalo de profundidad
Fuente: ERM, 2023

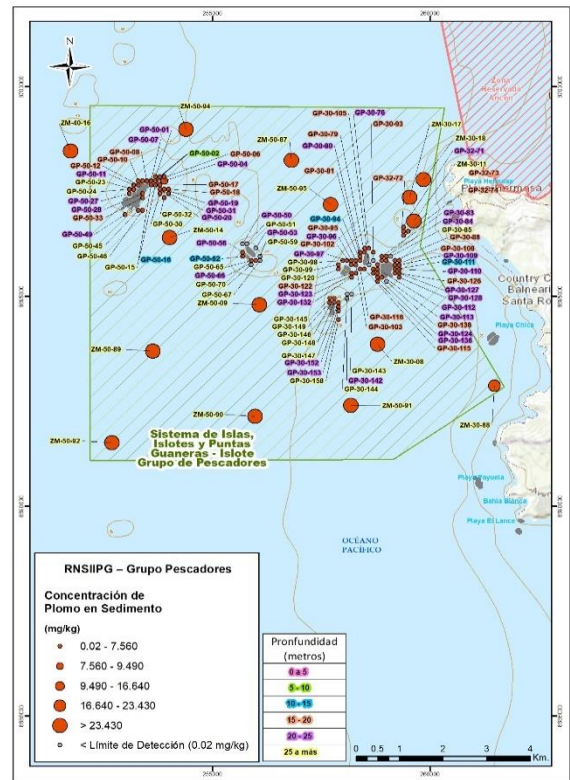


a)

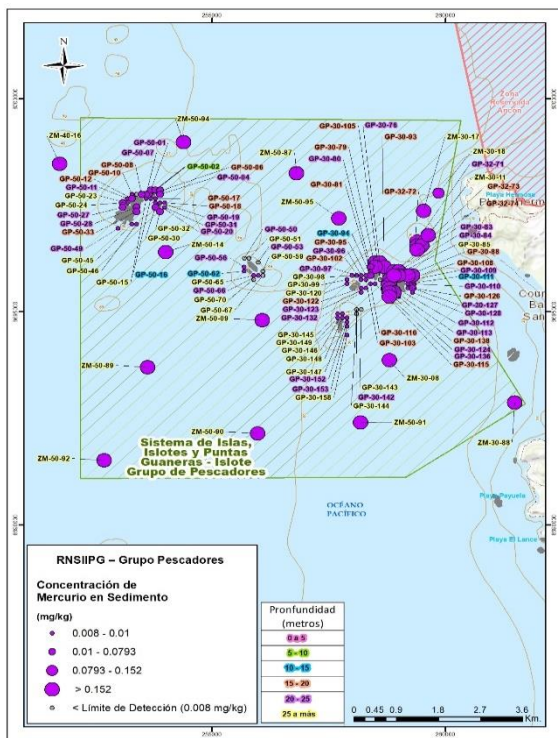
b)



c)



d)



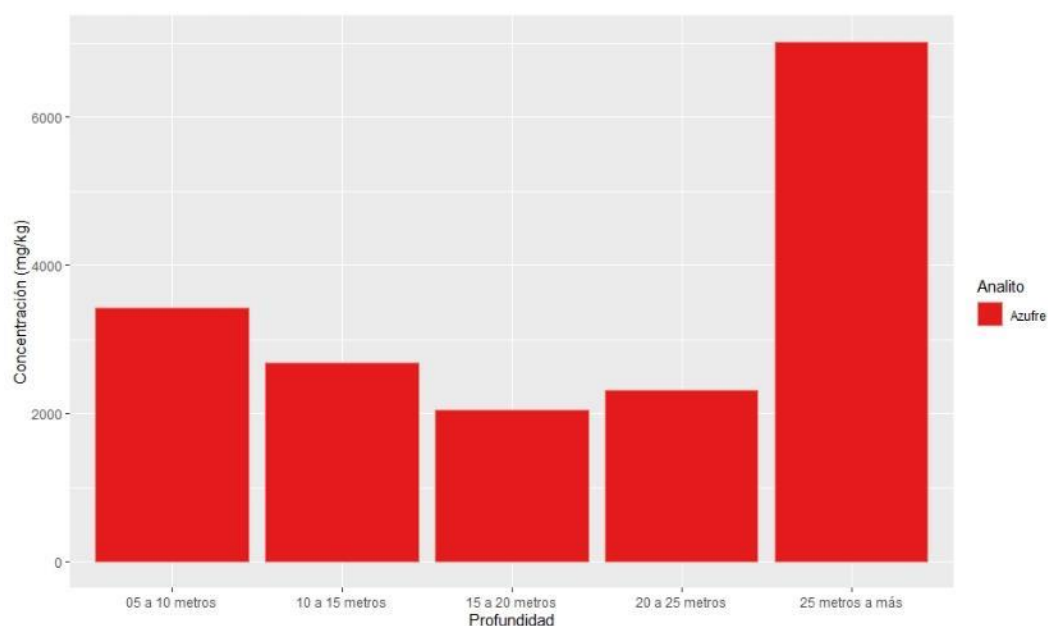
e)

Fuente: ERM, 2023

Figura 80 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio (mg/kg) en sedimento por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores

Azufre total

Para el análisis de azufre total en la RNSIIPG Grupo Pescadores se recolectaron muestras en 109 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 6 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 25 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, 38 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 39 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos, las concentraciones promedio de azufre varían entre 2,055.2 a 7,014.6 mg/kg, observando los valores mayores en el intervalo mayor a 25 metros de profundidad, y los menores en los intervalos superficiales. La Figura 81 muestra el resumen de los resultados analíticos de S por intervalo de profundidad. La Tabla 60 muestra el resumen de las concentraciones de azufre por intervalo de profundidad, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 82 muestra el mapa con la distribución de azufre por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.



Fuente: ERM, 2023

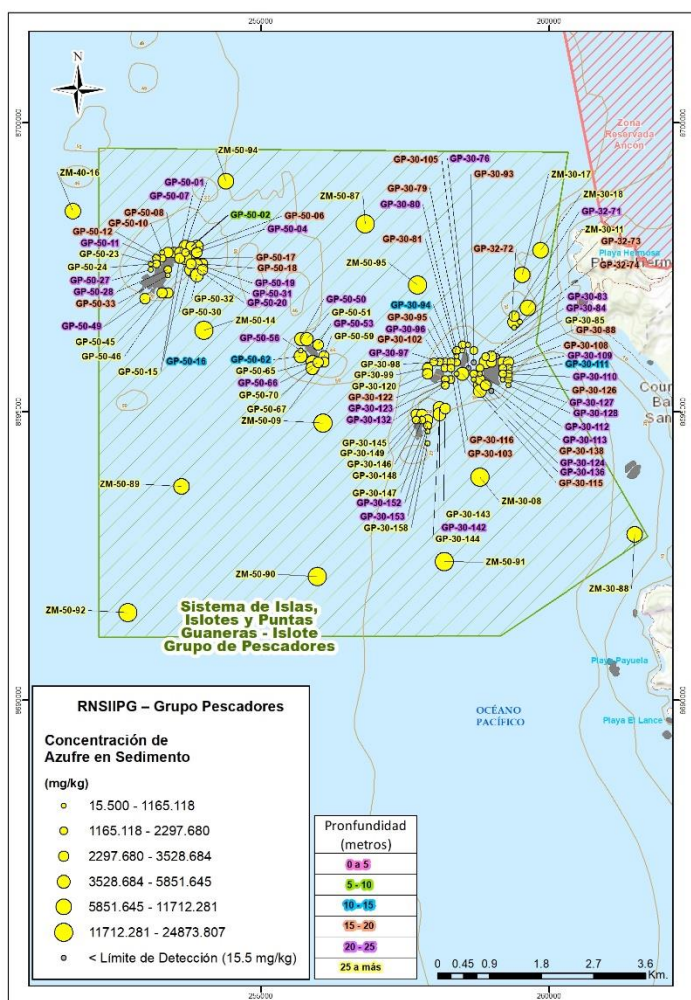
Figura 81 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores

Tabla 60 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	-	-	-	-
5 a 10 m	3,426.1*	-	-	-
10 a 15 m	2,680.6	910.9	1,490.6	3,704.9
15 a 20 m	2,055.2	1,300.9	284.0	4,752.7
20 a 25 m	2,321.8	1,218.2	347.2	5,851.6
Mayor a 25 m	7,014.6	6,210.7	388.0	24,873.8

(*): valor representativo, concentración de la única muestra tomada en el intervalo de profundidad

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 82 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores

HTP

Para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la RNSIIPG Grupo Pescadores se recolectaron muestras en 113 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 6 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 28 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, 38 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 40 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Cabe notar que para los intervalos entre 0 a 25 m de profundidad no se observaron concentraciones de HTP por encima del límite de detección analítico (1.2 mg/kg HTP). Con base en los resultados obtenidos para detecciones, la concentración promedio de HTP es 33.31 mg/kg en el intervalo mayor a 25 metros de profundidad. La Tabla 61 muestra el resumen de las concentraciones de HTP por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 83 muestra el mapa con la distribución de HTP por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 61 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – RNSIIPG Grupo Pescadores

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	-	-	-	-
5 a 10 m	-	-	ND	ND
10 a 15 m	-	-	ND	ND
15 a 20 m	-	-	ND	ND
20 a 25 m	-	-	ND	ND
Mayor a 25 m	33.3	19.6	11.3	62.6

ND: no detectado, concentración menor al límite de detección del método de laboratorio.

Fuente: ERM, 2023

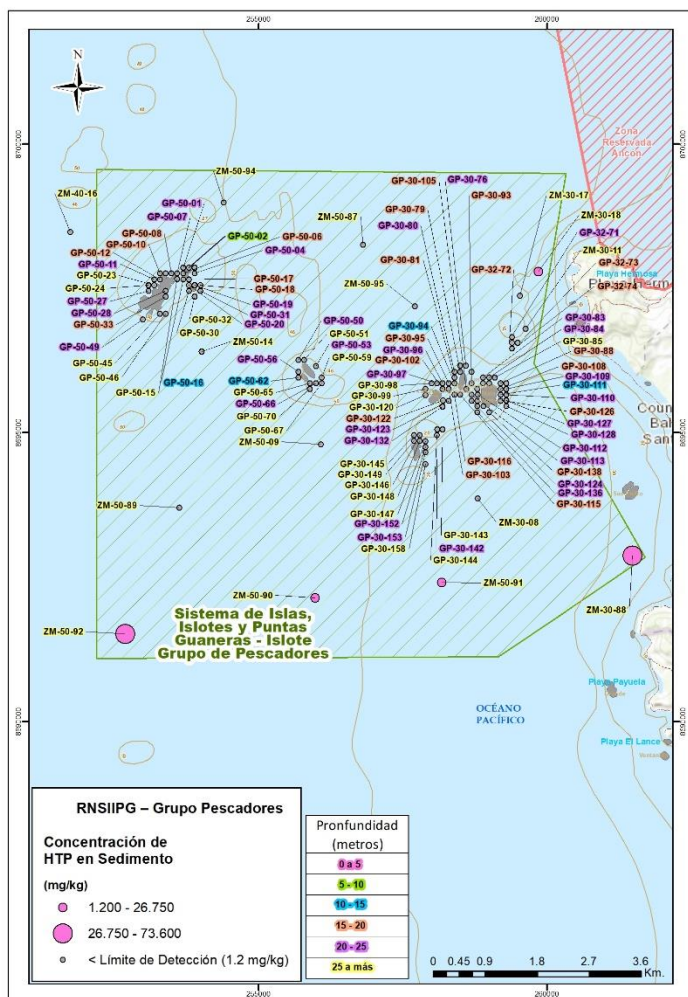


Figura 83 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación– RNSIIPG Grupo Pescadores

Fuente: ERM, 2023

HAPs

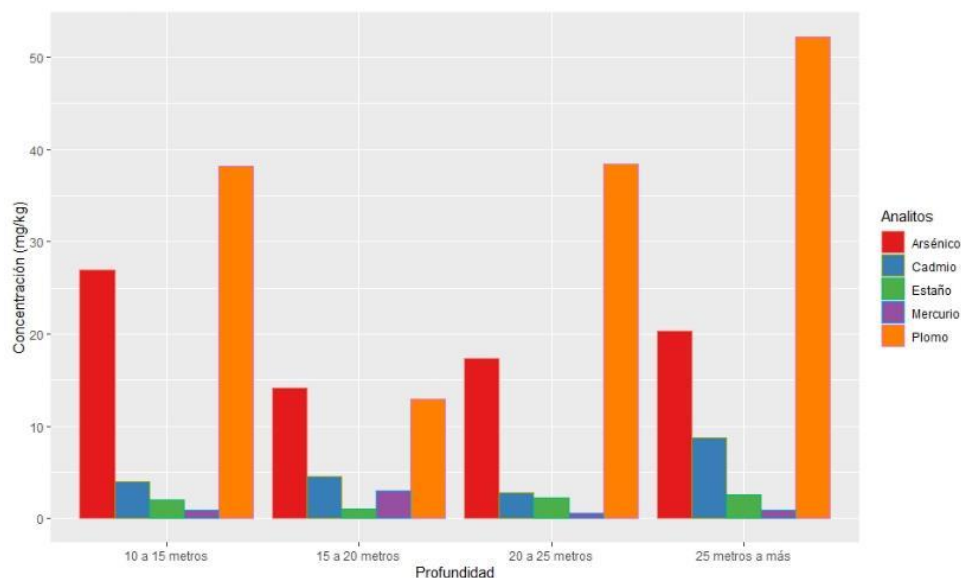
Para el análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en la RNSIIPG – Grupo Pescadores se recolectaron muestras en 113 estaciones de la zona submareal, de las cuales 1 estación pertenece al intervalo entre 5 a 10 metros de profundidad, 6 estaciones al intervalo entre 10 a 15 metros, 28 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros de profundidad, 38 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 40 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

7.1.2.4 Zonas Blanco

Metales

Para el análisis de metales en las zonas blanco se recolectaron muestras en 5 estaciones de la zona intermareal, y en 9 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 3 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. A continuación, se resumen únicamente los resultados de concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) en la matriz de sedimento, por existir solo para éstos uno o más criterios de referencia en tejido, de acuerdo con el Plan de Trabajo. Los resultados completos del análisis de metales pesados en sedimento se encuentran en el Anexo 7. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de arsénico varían entre 3.44 a 26.94 mg/kg; para cadmio, las concentraciones promedio varían entre 2.83 a 8.71 mg/kg; para plomo, las concentraciones promedio varían entre 4.42 a 52.22 mg/kg; para mercurio, las concentraciones promedio varían entre 0.290 a 1.480 mg/kg; y para estaño, las concentraciones promedio varían entre 0.35 a 2.58 mg/kg. En general, los intervalos de profundidad entre 10 a 15 metros y mayor a 25 metros de profundidad presenta mayores concentraciones promedio en comparación con los otros intervalos. La Tabla 62 muestra el resumen de los resultados de concentraciones de los metales As, Cd, Pb, Hg y Sn por intervalo de profundidad. La Figura 84 muestra el resumen de los resultados analíticos de los metales por intervalo de profundidad. La distribución de estos metales por estación se muestra en la Figura 85. Los mapas mostrados en esta figura se encuentran de manera individual en el Anexo 12.

De manera complementaria, en el Anexo 12 se incluyen los mapas de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) en sedimento, con su distribución por estación.



Fuente: ERM, 2023

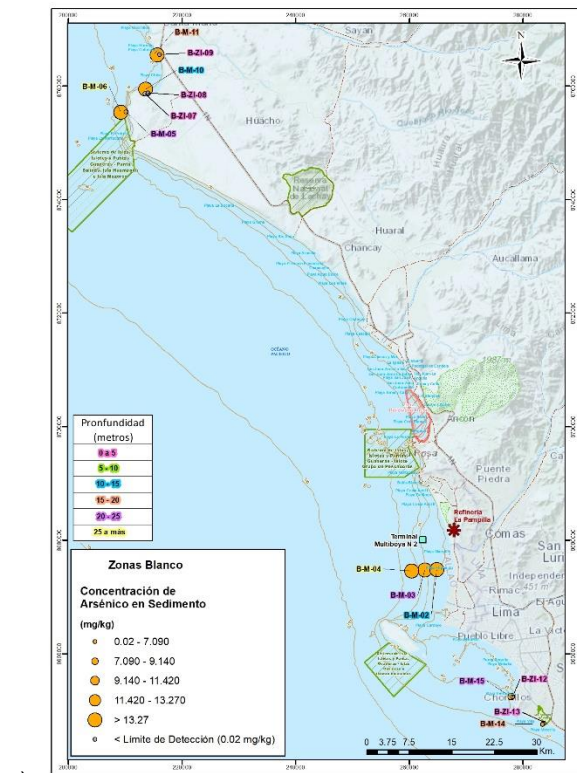
Figura 84 Resumen de resultados de metales en sedimento – Zonas blanco

Tabla 62 Resumen de resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en sedimento – Zonas blanco

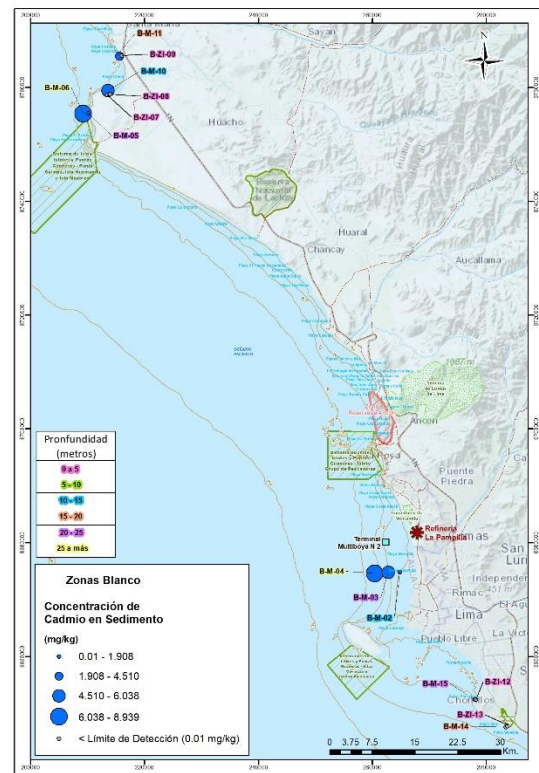
Analito	Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Arsénico	0 a 5 m	3.44	1.04	2.40	4.48
	5 a 10 m	-	-	-	-
	10 a 15 m	26.94	11.72	15.21	38.66
	15 a 20 m	8.47	5.64	2.84	14.11
	20 a 25 m	17.36	15.62	3.87	39.25
	Mayor a 25 m	20.27	3.54	16.72	23.81
Cadmio	0 a 5 m	-	-	ND	ND
	5 a 10 m	-	-	-	-
	10 a 15 m	3.97	2.07	1.91	6.04
	15 a 20 m	4.51	0.00	4.51	4.51
	20 a 25 m	2.83	2.06	1.36	5.74
	Mayor a 25 m	8.71	0.23	8.48	8.94
Plomo	0 a 5 m	4.42	0.02	4.39	4.44
	5 a 10 m	-	-	-	-
	10 a 15 m	38.22	29.67	8.56	67.89
	15 a 20 m	7.70	5.29	2.41	12.99
	20 a 25 m	38.35	47.50	3.52	105.51
	Mayor a 25 m	52.22	39.09	13.13	91.30
Mercurio	0 a 5 m	0.290	0.020	0.270	0.310
	5 a 10 m	-	-	-	-

Estaño	10 a 15 m	0.940	0.370	0.560	1.310
	15 a 20 m	1.480	1.480	0.003	2.960
	20 a 25 m	0.570	0.420	0.050	1.080
	Mayor a 25 m	0.930	0.430	0.500	1.360
	0 a 5 m	0.35	0.05	0.310	0.400
	5 a 10 m	-	-	-	-
	10 a 15 m	2.01	1.56	0.45	3.58
	15 a 20 m	0.74	0.27	0.47	1.01
	20 a 25 m	2.24	2.42	0.21	5.65
Mayor a 25 m	2.58	2.25	0.32	4.83	

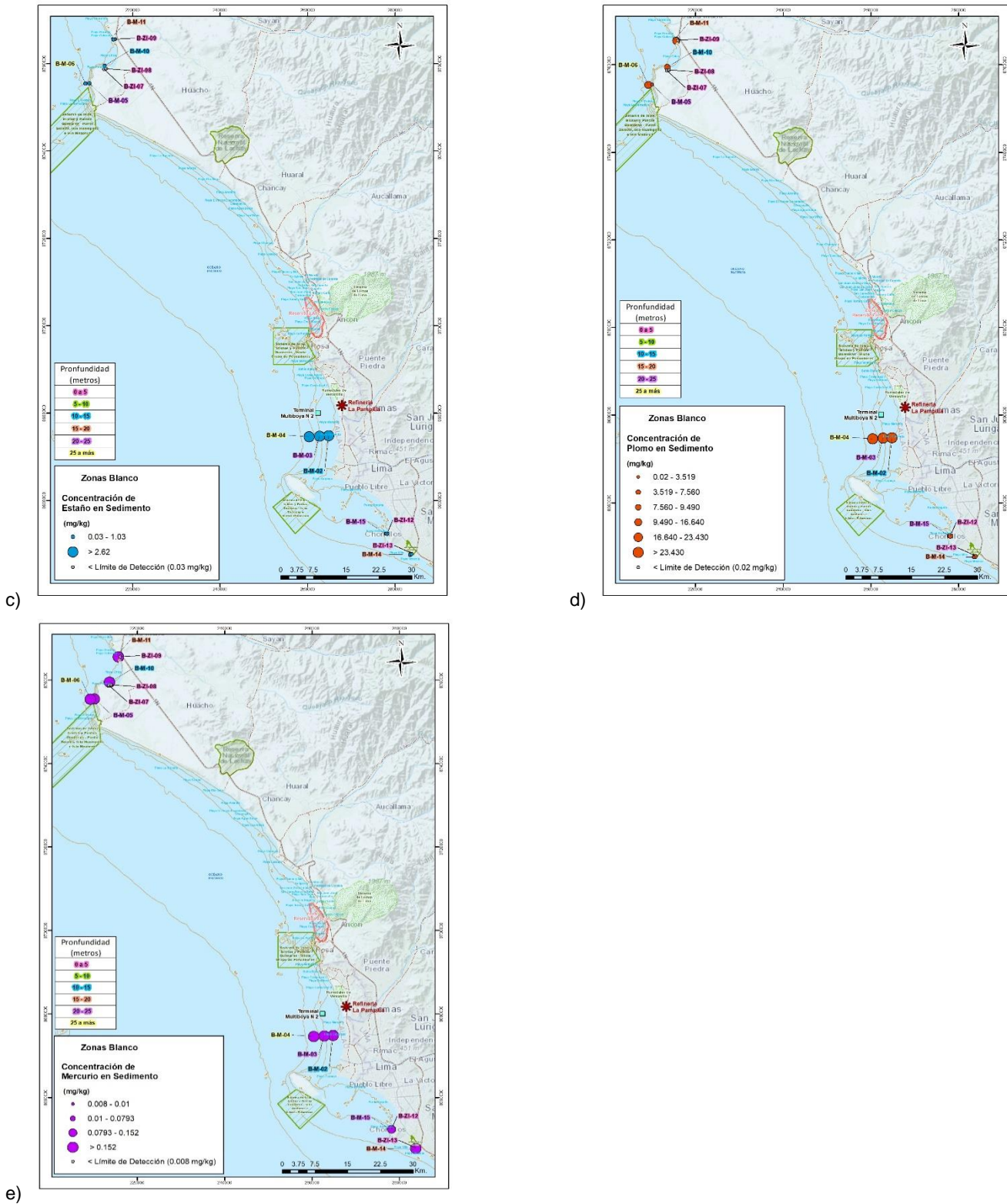
Fuente: ERM, 2023



a)



b)

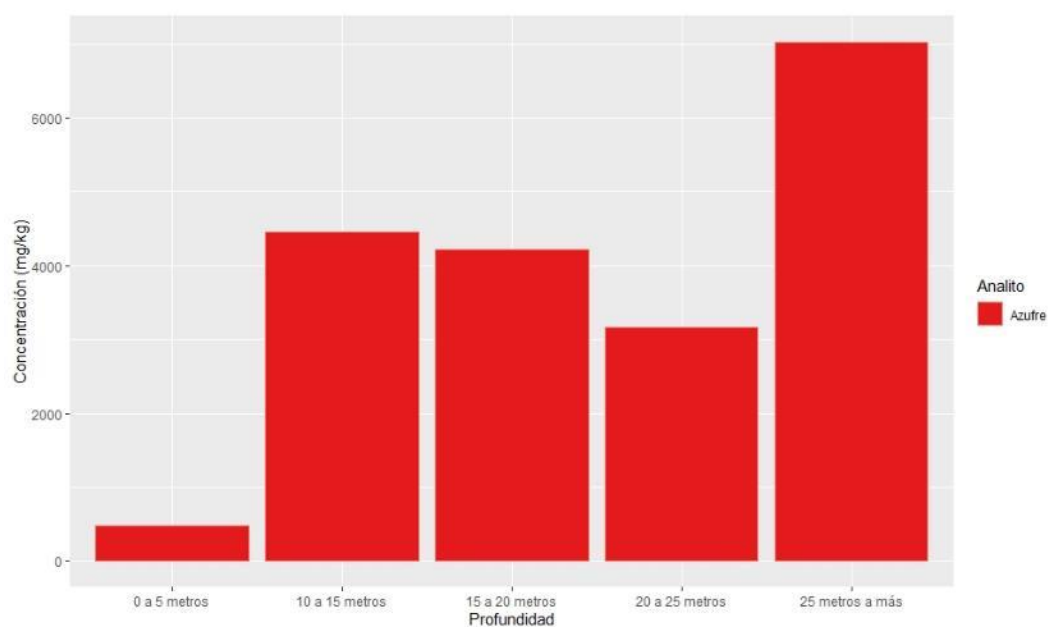


Fuente: ERM, 2023

Figura 85 Mapa con resultados de concentraciones de a) arsénico, b) cadmio, c) estaño, d) plomo, y e) mercurio en sedimento por estación – Zonas blanco

Azufre total

Para el análisis de azufre total en las zonas blanco se recolectaron muestras en 5 estaciones de la zona intermareal, y en 9 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 3 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos, las concentraciones promedio de azufre varían entre 472.1 a 7,028.7 mg/kg, observando los valores mayores en el intervalo mayor a 25 metros de profundidad, y los menores en el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad. La Figura 86 muestra el resumen de los resultados analíticos de S por intervalo de profundidad. La Tabla 63 muestra el resumen de las concentraciones de azufre por intervalo de profundidad, los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 87 muestra el mapa con la distribución de azufre por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.



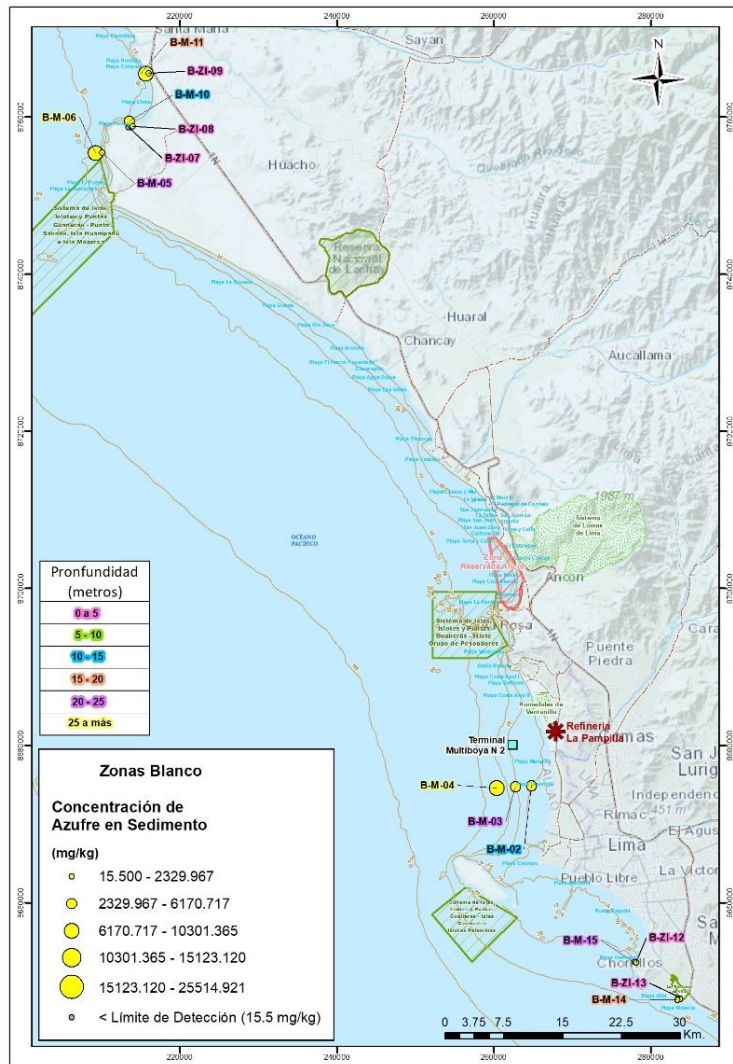
Fuente: ERM, 2023

Figura 86 Resumen de resultados de azufre total en sedimento – Zonas blanco

Tabla 63 Resumen de resultados de la concentración de azufre total (mg/kg) en sedimento – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	472.1	371.5	71.2	1,049.4
5 a 10 m	-	-	-	-
10 a 15 m	4,452.5	788.8	3,663.7	5,241.2
15 a 20 m	4,226.9	3,744.7	482.2	7,971.6
20 a 25 m	3,172.8	2,147.5	1,252.7	6,170.7
Mayor a 25 m	7,028.7	104.5	6,924.3	7,133.2

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 87 Mapa con resultados de concentraciones de azufre total en sedimento por estación – Zonas blanco

HTP

Para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en las zonas blanco se recolectaron muestras en 5 estaciones de la zona intermareal, y en 9 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 3 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. Con base en los resultados obtenidos para detecciones, las concentraciones promedio de HTP varía entre 228.0 a 264.4 mg/kg. Cabe notar que para los intervalos entre 0 a 5 metros y 10 a 15 metros de profundidad no se observaron concentraciones de HTP por encima del límite de detección analítico (1.2 mg/kg HTP). La Tabla 64 muestra el resumen de las concentraciones de HTP por intervalo de profundidad. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 7. La Figura 88 muestra el mapa con la distribución de HTP por estación, el mapa también se encuentra en el Anexo 12.

Tabla 64 Resumen de resultados de concentraciones de HTP (mg/kg) en sedimento – Zonas blanco

Intervalo de Profundidad	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
0 a 5 m	-	-	ND	ND
5 a 10 m	-	-	-	-
10 a 15 m	264.4	218.5	45.9	482.8
15 a 20 m	-	-	ND	ND
20 a 25 m	228.0	204.6	23.4	432.5
Mayor a 25 m	231.6	206.1	25.5	437.7

ND: no detectado, concentración menor al límite de detección del método de laboratorio.

Fuente: ERM, 2023

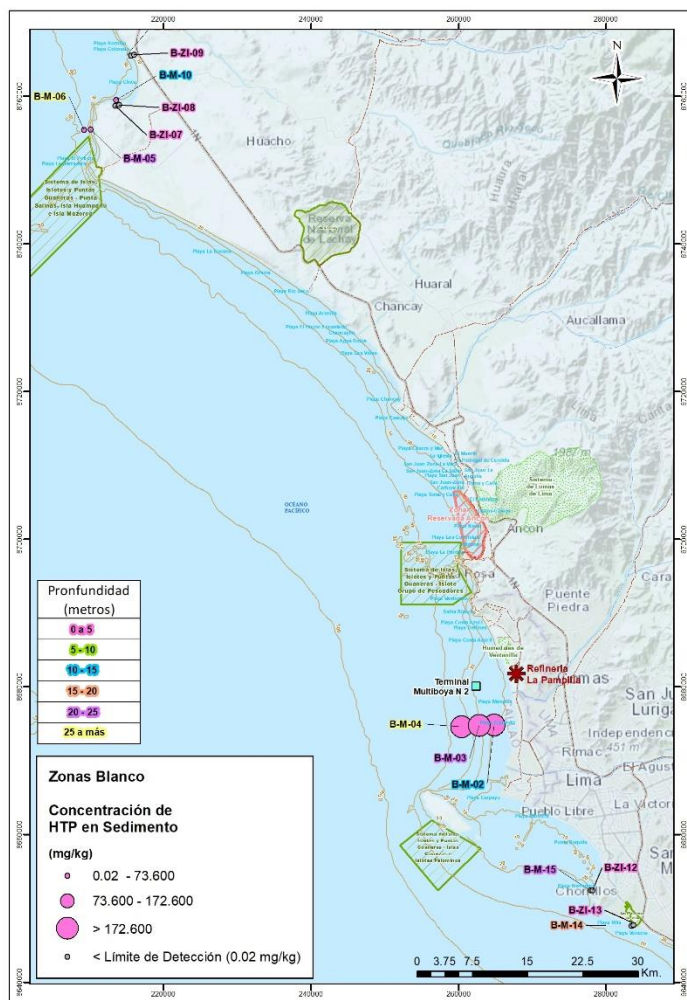


Figura 88 Mapa con resultados de concentraciones de HTP en sedimento por estación – Zonas blanco

Fuente: ERM, 2023

HAPs

Para el análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en las zonas blanco se recolectaron muestras en 5 estaciones de la zona intermareal, y en 9 estaciones de la zona submareal. En ésta última, 2 estaciones pertenecen al intervalo entre 10 a 15 metros de profundidad, 2 estaciones al intervalo entre 15 a 20 metros, 3 estaciones al intervalo entre 20 a 25 metros, y 2 estaciones al intervalo mayor a 25 metros de profundidad, de acuerdo con la máxima profundidad registrada. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

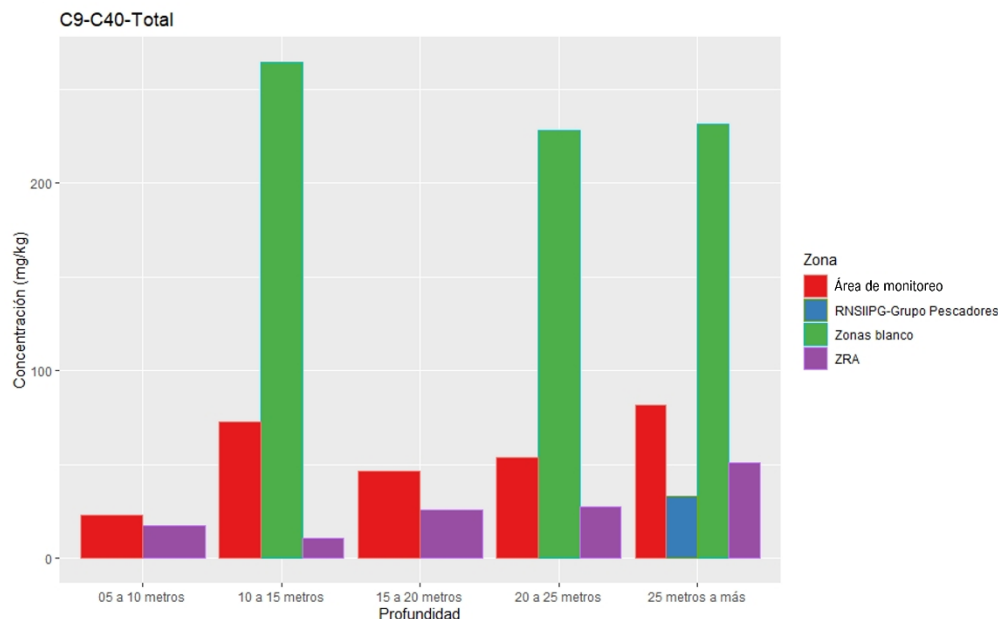
7.1.2.5 Comparación de resultados de sedimentos con información secundaria

Respecto al análisis de HTP, los resultados analíticos podrían indicar ciertas evidencias de los procesos de degradación natural que se esperarían que ocurran en escala regional. Por ejemplo, ninguna de las estaciones en las cuatro áreas analizadas muestra concentraciones superando el límite de detección del método (1.2 mg/kg) en el intervalo de 0 a 5 metros de profundidad. Adicionalmente, de acuerdo con los resultados analíticos, se observa similitud a lo largo de todas las áreas excepto la zona de blancos. Para el área de monitoreo, las concentraciones promedio varían en un rango entre 46.45 y 81.75 mg/kg; mientras que para la Zona Reservada de Ancón las concentraciones promedio varían en un rango entre 10.89 a 51.14 mg/kg; para la RNSIIPG – Grupo Pescadores la concentración promedio es 33.31 mg/kg, aunque solo hubo detecciones superando el límite de cuantificación del método en las estaciones pertenecientes al intervalo mayor a 25 metros; por el contrario, la concentración promedio en las zonas blanco es mayor al resto de las áreas y varía entre 227.96 a 264.38 mg/kg.

No obstante, los resultados analíticos también sugieren que la mayoría de las estaciones presentan concentraciones de HTP por debajo de los criterios de comparación. Ninguna de las concentraciones en sedimento supera el criterio RBCA⁸ (500 mg/kg), el cual es un estándar basado en potencial riesgo de afectación. Además, cuando se comparan las concentraciones encontradas contra el criterio Nivel de Referencia de la zona submareal (172.6 mg/kg), ninguna de las concentraciones excede este criterio, excepto en 3 estaciones ubicadas en las zonas blanco. Más aún, si se comparan las concentraciones contra el criterio Nivel de Fondo⁹ en la zona submareal (73.62 mg/kg), sólo 13 estaciones exceden el criterio en el área de monitoreo (lo que representa el 16% del total de estaciones), 1 estación excede el criterio en la ZRA (lo que representa el 3% del total de estaciones), y 3 estaciones exceden el criterio en zonas blanco (lo que representa el 21% del total de estaciones). Considerando el porcentaje de estaciones que exceden el criterio de OEFA en el área de monitoreo, la presencia de HTP en sedimentos es proporcionalmente menor en comparación con las zonas blanco

⁸ Guía “Atlantic RBCA (Risk – Based Corrective Actions) for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada version 3 – User Guidance, 2015”

⁹ Informe N° 00076-2022-OEFA/DEAM-STEC “Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia de metales e hidrocarburos de petróleo en sedimento marino de las bahías de Lima y Huacho”



Fuente: ERM, 2023

Figura 89 Comparación de la distribución de resultados de HTP por área

En cuanto a los parámetros inorgánicos, la distribución de la concentración de metales y azufre en sedimento da sustento a algunas de las sugerencias discutidas. En primer lugar, se observan concentraciones promedio mayores en los intervalos más profundos en comparación con los intervalos someros, para todas las áreas muestreadas. Como se ha mencionado anteriormente, los procesos de precipitación y adsorción tienden a acumular estos elementos en el fondo marino ya que, a menor tamaño de las partículas, aumenta la capacidad de intercambio catiónico (Ersahin et al., 2006). En segundo lugar, las concentraciones promedio de los metales analizados son mayores en las zonas blanco en comparación con las otras áreas muestreadas. Esto evidenciaría el aporte de otras fuentes de contaminación antropogénica a las concentraciones de fondo.

Al comparar estos resultados con la bibliografía disponible encontramos ciertas similitudes y diferencias. La distribución de concentraciones entre áreas blanco y el resto concuerda con lo reportado por Velazco Castillo (2001), el cual analiza muestras de sedimento marino en la zona submareal frente a Ventanilla y a su vez en la bahía de Callao, reportando concentraciones promedio de Pb, con valores de 42.6 $\mu\text{g/g}$ Pb, y variaciones de 47.2 a 526.86 $\mu\text{g/g}$ Pb. En este monitoreo se observaron concentraciones que varían de 0.334 a 105.516 mg/kg Pb con un promedio 12.68 mg/kg Pb; lo que es menor. En el caso de hidrocarburos aromáticos totales, Velazco Castillo (2001) reporta concentraciones promedio de crisenos que varían de 0.15 a 0.21 $\mu\text{g/g}$ frente a Ventanilla, y valores más altos en la bahía de Callao, que van de 0.28 a 6.85 $\mu\text{g/g}$, en contraste, en este monitoreo no se encontraron detecciones de HAPs en ninguna de las estaciones evaluadas. Cabe mencionar que la bibliografía disponible es limitada dado que las áreas evaluadas en el monitoreo de este informe, no corresponden con estos estudios.

La distribución de las concentraciones de metales es similar entre las distintas áreas muestreadas, y no hay evidencias de una correlación entre la distribución de las concentraciones de hidrocarburo con la distribución de otros metales pesados o el azufre. Lo que sugeriría uniformidad en las características fisicoquímicas sin evidenciar un efecto anómalo particular en la región. Además, los resultados analíticos de sulfuro de hidrogeno en el intervalo de fondo de la columna de agua indican concentraciones por debajo del límite de detección del método, lo que descartaría un posible efecto adverso a la salud de los componentes biológicos derivado de la acumulación y reducción de azufre (de origen inorgánico y/o de

restos de la biomasa) en sedimento y su transferencia a la columna de agua en las condiciones anóxicas observadas.

7.1.2.6 Conclusiones de los resultados de los parámetros fisicoquímicos en sedimentos

- Respecto a las concentraciones de compuestos inorgánicos en sedimento (metales pesados y azufre total) los valores observados también reflejan condiciones típicas para el área evaluada de acuerdo con la bibliografía consultada y no se observa evidencia de posibles efectos adversos en el medio ambiente derivados del derrame de petróleo.
- Respecto a las concentraciones de hidrocarburos en sedimento, la mayoría de las estaciones presenta concentraciones por debajo de los criterios de referencia aplicables. Las concentraciones en las zonas blanco tendrían un carácter histórico, además de ser superiores a las del área de monitoreo, mostrando una posible evidencia de impactos antropogénicos no relacionados con el derrame de petróleo.

7.1.3 Resultados de los parámetros fisicoquímicos en tejido biológico

Para el análisis de los resultados de laboratorio en tejido, se presenta a continuación los resultados analíticos de metales pesados por estación y un resumen de los resultados de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). Los reportes de ensayo de laboratorio respecto a estos resultados se encuentran en el Anexo 7. Con la finalidad de que los resultados sean comparables con estándares e investigación científica vigente respecto a los HAPs en los organismos, las concentraciones fueron reportadas en µg/kg (microgramos/kilogramos), lo cual es equivalente a ng/g (nanogramos/gramos); respecto a los metales en organismos, las concentraciones fueron reportadas en mg/kg para fines comparativos, sin embargo, los límites de detección del método del laboratorio se cuantifican en ug/kg. Los procedimientos del laboratorio se encuentran en el Anexo 3.

7.1.3.1 Área de Monitoreo

Metales

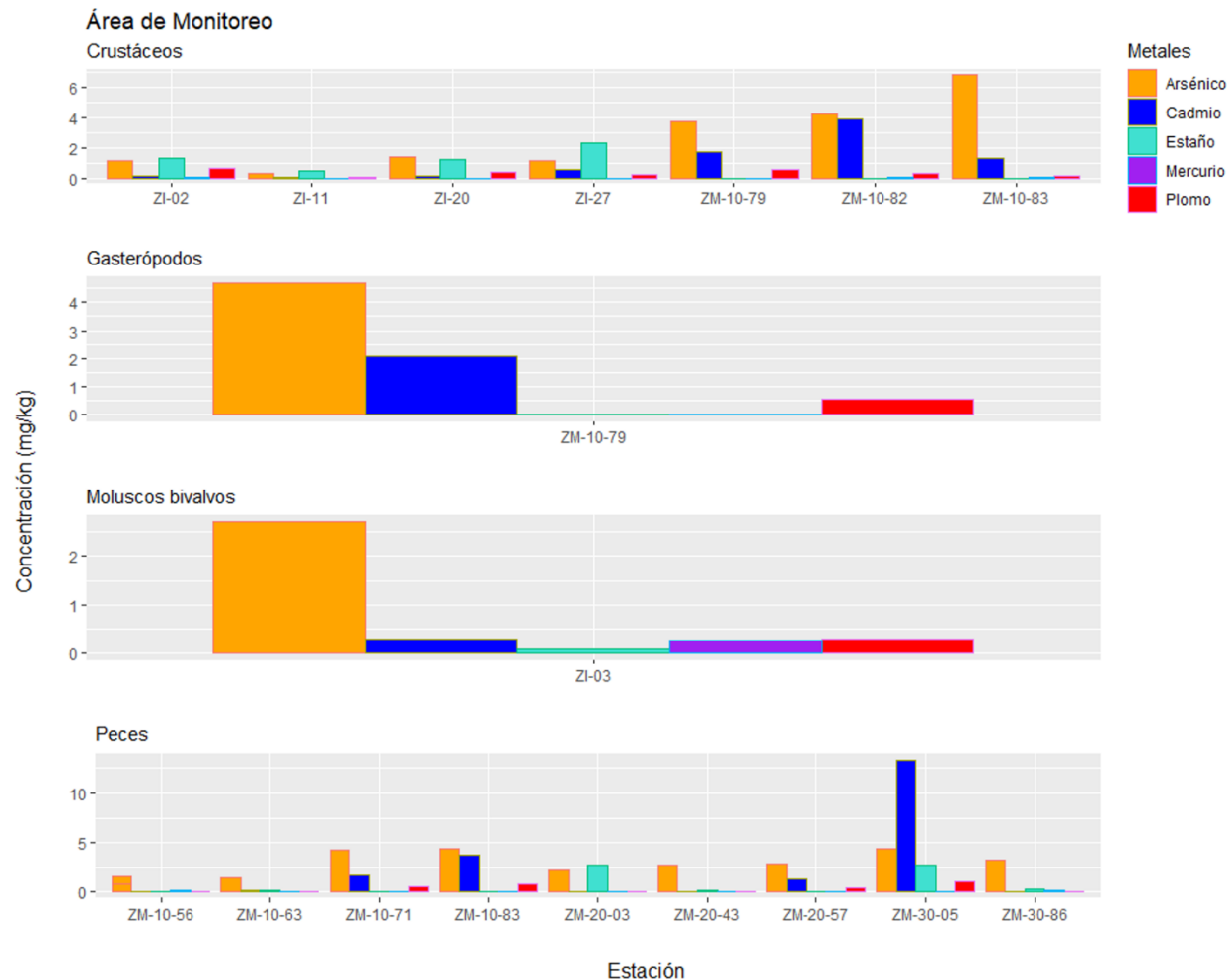
Para el análisis de metales en tejido en el área de monitoreo, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizaron 5 estaciones en la zona intermareal y 11 estaciones en la zona submareal. De manera general para el área de monitoreo, las especies de crustáceos analizadas fueron *Emerita analoga*, *Hepatus sp*, *Cancer porteri* y *Hepatus chiliensis*. Las especies de peces analizadas fueron *Menticirrhus sp.*, *Galeichthys peruvianus*, *Mustelus sp.*, *Sciaena deliciosa*, *Engraulis ringens*, *Myliobatis sp* y *Scartichthys gigas*. Las especies de gasterópodos analizadas fueron *Nassarius dentifier*. Las especies de moluscos bivalvos analizadas fueron *Semimytilus patagonicus*. La Tabla 65 presenta los resultados por estación para los metales arsénico (As), cadmio (Pb), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) por especie. La Figura 90 el resumen de resultados en tejido por clase, de acuerdo con la clasificación propuesta para comparación contra criterios y estándares mencionados en el Plan de Trabajo.

De manera complementaria, en el Anexo 9 se incluyen los gráficos de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) por clase.

Tabla 65 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – Área de Monitoreo

Estación	Especie	As	Cd	Pb	Hg	Sn
ZI-02	<i>Emerita analoga</i>	1.14748	0.15768	0.66812	0.0232	1.320

Estación	Especie	As	Cd	Pb	Hg	Sn
ZI-03	<i>Semimytilus patagonicus</i>	2.71080	0.30562	0.28795	0.2711	0.090
ZI-11	<i>Emerita analoga</i>	0.33224	0.10180	0.05410	0.0029	0.510
ZI-20	<i>Emerita analoga</i>	1.39735	0.18667	0.38561	0.0189	1.217
ZI-27	<i>Emerita analoga</i>	1.14951	0.55872	0.22534	0.0145	2.299
ZM-10-56	<i>Menticirrhus sp.</i>	1.56285	0.01205	0.00295	0.0190	0.065
	<i>Sciaena deliciosa</i>	0.83189	0.08080	0.05140	0.1229	0.079
ZM-10-63	<i>Menticirrhus sp.</i>	1.40890	0.08946	0.00742	0.0723	0.148
ZM-10-71	<i>Engraulis ringens</i>	4.25605	0.02070	0.00390	0.0081	ND (<0.001)
	<i>Myliobatis sp</i>	3.65020	1.69870	0.51612	0.0054	ND (<0.001)
ZM-10-79	<i>Nassarius dentifier</i>	4.67469	2.09682	0.54264	0.0300	ND (<0.001)
	<i>Cancer porteri</i>	3.71125	1.70358	0.53515	0.0061	ND (<0.001)
ZM-10-82	<i>Hepatus sp.</i>	4.26439	3.85782	0.31763	0.0343	ND (<0.001)
ZM-10-83	<i>Sciaena deliciosa</i>	4.35807	3.76117	0.73543	0.0140	ND (<0.001)
	<i>Hepatus chiliensis</i>	6.77723	1.32691	0.14481	0.0408	ND (<0.001)
ZM-20-03	<i>Galeichthys peruvianus</i>	2.15864	0.01064	0.05741	0.0741	2.697
ZM-20-43	<i>Galeichthys peruvianus</i>	2.75916	0.00529	ND (<0.00005)	0.0771	0.203
ZM-20-57	<i>Mustelus sp.</i>	1.72846	0.04584	0.00749	0.0659	0.005
	<i>Mustelus sp.</i>	2.87276	1.33690	0.40619	0.0043	ND (<0.001)
ZM-30-05	<i>Scartichthys gigas</i>	4.33266	13.33508	1.08423	0.0118	2.750
ZM-30-86	<i>Galeichthys peruvianus</i>	3.20119	0.00483	ND (<0.00005)	0.0892	0.214



Fuente: ERM, 2023

Figura 90 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – Área de Monitoreo

HAPs

Para el análisis de HAPs en tejido en el área de monitoreo, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizaron 5 estaciones en la zona intermareal y 11 estaciones en la zona submareal. De manera general para el área de monitoreo, las especies de crustáceos analizadas fueron *Emerita analoga*, *Hepatus sp*, *Hepatus chiliensis* y *Cancer porteri*. Las especies de peces analizadas fueron *Menticirrhus sp.*, *Myliobatis sp*, *Galeichthys peruvianus*, *Mustelus sp.*, *Sciaena deliciosa*, y *Scartichthys gigas*. Las especies de moluscos bivalvos analizadas fueron *Semimytilus patagonicus*. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

7.1.3.2 Zona Reservada de Ancón

Metales

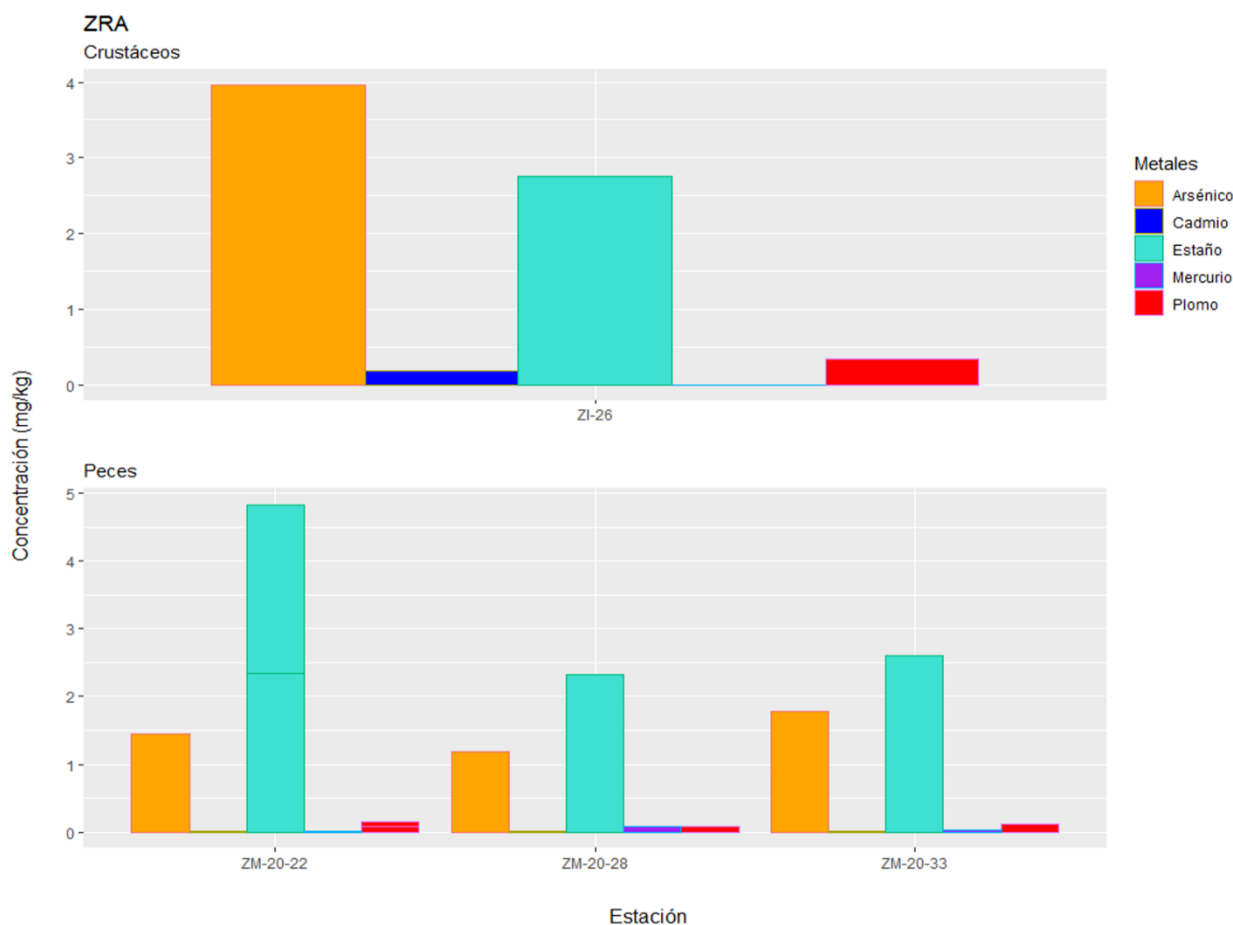
Para el análisis de metales en tejido en la ZRA, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo

captura, se analizó 1 estación en la zona intermareal y 4 estaciones en la zona submareal. De manera general para la ZRA, las especies de crustáceos analizadas fueron *Emerita análoga*. Las especies de peces analizadas fueron *Menticirrhus sp.*, *Sciaena deliciosa*, y *Mugil cephalus*. La Tabla 66 presenta los resultados por estación para los metales arsénico (As), cadmio (Pb), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) por especie. La Figura 91 el resumen de resultados en tejido por clase, de acuerdo con la clasificación propuesta para comparación contra criterios y estándares mencionados en el Plan de Trabajo.

De manera complementaria, en el Anexo 9 se incluyen los gráficos de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) por clase.

Tabla 66 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – ZRA

Estación	Especie	As	Cd	Pb	Hg	Sn
ZI-26	<i>Emerita analoga</i>	3.95995	0.18441	0.34345	0.0070	2.761
ZM-20-22	<i>Sciaena deliciosa</i>	0.67013	0.01855	0.14485	0.0160	4.837
	<i>Mugil cephalus</i>	1.44716	0.00839	0.08556	0.0161	2.336
ZM-20-28	<i>Menticirrhus sp.</i>	1.17896	0.00565	0.08525	0.0731	2.315
ZM-20-33	<i>Menticirrhus sp.</i>	1.78537	0.01323	0.11560	0.0309	2.610



Fuente: ERM, 2023

Figura 91 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – ZRA

HAPs

Para el análisis de HAPs en tejido en la ZRA, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizó 1 estación en la zona intermareal y 4 estaciones en la zona submareal. De manera general para la ZRA, las especies de crustáceos analizadas fueron *Emerita análoga*. Las especies de peces analizadas fueron *Menticirrhus sp.*, *Sciaena deliciosa*, y *Mugil cephalus*. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

7.1.3.3 RNSIIPG – Grupo Pescadores

Metales

Para el análisis de metales en tejido en la RNSIIPG – Grupo Pescadores, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizaron 27 estaciones en la zona submareal. De manera general para la RNSIIPG, las especies de crustáceos analizadas fueron *Hepatus sp*, *Hepatus chiliensis*, *Romaleon setosum*, *Allopetrolisthes punctatus*, y *Cancer pagurus*. Las especies de peces analizadas fueron *Cheilodactylus variegatus*, *Epinephelus acanthistius* y *Scartichthys gigas*. Las especies de gasterópodos analizadas fueron *Thaisella chocolata* y *Nassarius dentifer*. Las especies de moluscos bivalvos analizadas fueron *Semimytilus patagonicus*. Las especies de equinodermos analizadas fueron *Loxechinus albus*, y *Tetrapygus niger*. La Tabla 67 presenta los resultados por estación para los metales arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn) por especie. La Figura 92 el resumen de resultados en tejido por clase, de acuerdo con la clasificación propuesta para comparación contra criterios y estándares mencionados en el Plan de Trabajo.

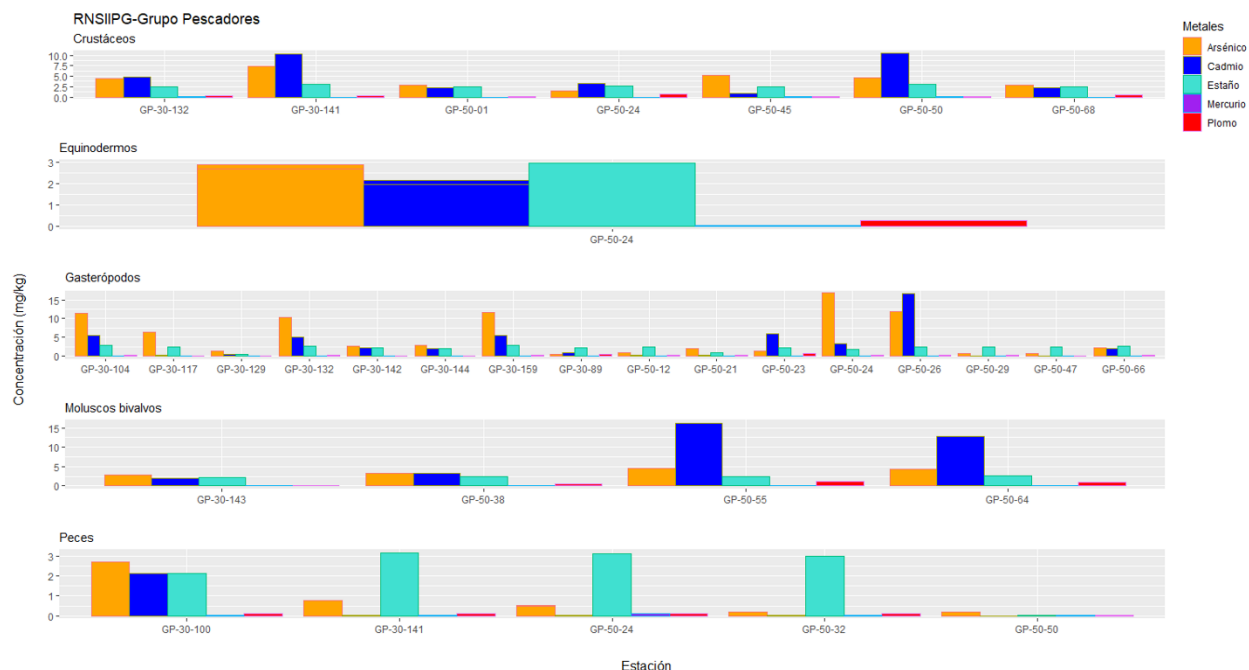
De manera complementaria, en el Anexo 9 se incluyen los gráficos de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) por clase.

Tabla 67 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – RNSIIPG Grupo Pescadores

Estación	Especie	As	Cd	Pb	Hg	Sn
GP-30-100	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	2.71486	2.13056	0.09702	0.0093	2.130
GP-30-104	<i>Thaisella chocolata</i>	11.46802	5.49477	0.28761	0.0111	2.755
GP-30-117	<i>Thaisella chocolata</i>	6.42795	0.28038	0.08155	0.0100	2.398
GP-30-129	<i>Thaisella chocolata</i>	1.40663	0.40411	0.04879	0.0030	0.506
GP-30-132	<i>Thaisella chocolata</i>	10.23428	5.08162	0.31978	0.0153	2.687
	<i>Romaleon setosum</i>	4.33740	4.76308	0.35792	0.0160	2.526
GP-30-141	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0.75076	0.01988	0.10251	0.0389	3.181
	<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	0.41473	0.19161	0.12609	0.0026	1.099
	<i>Cancer pagurus</i>	7.32099	10.25614	0.21892	0.0095	3.053
GP-30-142	<i>Thaisella chocolata</i>	2.69230	2.11285	0.09624	0.0092	2.113

Estación	Especie	As	Cd	Pb	Hg	Sn
GP-30-143	<i>Semimytilus patagonicus</i>	2.76491	1.98693	0.09558	0.0083	2.077
GP-30-144	<i>Nassarius dentifera</i>	2.75932	1.98290	0.09541	0.0082	2.073
GP-30-159	<i>Thaisella chocolata</i>	11.63153	5.57311	0.29173	0.0113	2.794
GP-30-89	<i>Nassarius dentifera</i>	0.42524	0.95295	0.39339	0.0053	2.237
GP-50-01	<i>Hepatus chilensis</i>	2.81814	2.34658	0.15381	0.0112	2.445
GP-50-12	<i>Thaisella chocolata</i>	0.92840	0.19704	0.29711	0.0057	2.318
GP-50-21	<i>Thaisella chocolata</i>	1.99804	0.23758	0.21508	0.0152	0.980
GP-50-23	<i>Thaisella chocolata</i>	1.41162	5.87088	0.74893	0.0549	2.228
GP-50-24	<i>Thaisella chocolata</i>	16.78069	3.19600	0.12841	0.0207	1.823
	<i>Loxechinus albus</i>	2.91005	2.16956	0.21779	0.0173	1.383
	<i>Tetrapyrgus niger</i>	2.69517	1.96919	0.27752	0.0171	2.963
	<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	1.54082	3.19581	0.60910	0.0128	2.720
	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0.52318	0.00238	0.05091	0.0404	1.747
	<i>Epinephelus acanthistius</i>	0.47700	0.01458	0.10657	0.0941	3.125
GP-50-26	<i>Thaisella chocolata</i>	11.77411	16.77205	0.22168	0.0178	2.451
GP-50-29	<i>Thaisella chocolata</i>	0.55935	0.01356	0.12750	0.0645	2.365
GP-50-32	<i>Scartichthys gigas</i>	0.19115	0.02196	0.08636	0.0188	3.030
GP-50-38	<i>Semimytilus patagonicus</i>	3.16719	3.25612	0.52158	0.0144	2.377
GP-50-45	<i>Romaleon setosum</i>	5.30761	0.91254	0.14377	0.0166	2.391
GP-50-47	<i>Thaisella chocolata</i>	0.67517	0.02347	0.08457	0.0461	2.462
GP-50-50	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0.20642	0.00150	0.01464	0.0133	0.015
	<i>Hepatus sp</i>	4.66067	10.49058	0.13956	0.0145	3.022
GP-50-55	<i>Semimytilus patagonicus</i>	4.45859	16.26380	1.05947	0.0207	2.312
GP-50-64	<i>Semimytilus patagonicus</i>	4.27981	12.76804	1.00457	0.0120	2.601
GP-50-66	<i>Nassarius dentifera</i>	2.19599	2.05275	0.13019	0.0104	2.595
GP-50-68	<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	2.76102	2.24813	0.50389	0.0113	2.436

Informe



Fuente: ERM, 2023

Figura 92 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – RNSIIPG Grupo Pescadores

HAPs

Para el análisis de HAPs en tejido en la RNSIIPG – Grupo Pescadores, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizaron 27 estaciones en la zona submareal. De manera general para la RNSIIPG, las especies de crustáceos analizadas fueron *Hepatus sp*, *Hepatus chilensis*, *Romaleon setosum*, *Allopetrolisthes punctatus*, y *Cancer pagurus*. Las especies de peces analizadas fueron *Cheilodactylus variegatus*, *Epinephelus acanthistius* y *Scartichthys gigas*. Las especies de gasterópodos analizadas fueron *Thaisella chocolata* y *Nassarius dentifera*. Las especies de moluscos bivalvos analizadas fueron *Semimytilus patagonicus*. Las especies de equinodermos analizadas fueron *Loxechinus albus*, y *Tetrapygus niger*. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

7.1.3.4 Zonas Blanco

Metales

Para el análisis de metales en tejido en las zonas blanco, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizó 1 estación en la zona intermareal y 2 estaciones en la zona submareal. De manera general para las zonas blanco, las especies de crustáceos analizadas fueron *Pleuroncodes monodon*, y *Hepatus sp*. Las especies de equinodermos analizadas fueron *Heliaster heliantus*. La Tabla 68 presenta los resultados por estación para los metales arsénico (As), cadmio (Pb), plomo (Pb), mercurio (Hg) y estaño (Sn), por especie. La Figura 93 el resumen de resultados en tejido por clase, de acuerdo con la clasificación propuesta para comparación contra criterios y estándares mencionados en el Plan de Trabajo.

De manera complementaria, en el Anexo 9 se incluyen los gráficos de concentraciones de cobre (Cu), hierro (Fe) y vanadio (V) por clase.

Tabla 68 Resultados de concentraciones de metales (mg/kg) en tejido por estación – Zonas Blanco

Estación	Especie	As	Cd	Pb	Hg	Sn
B-M-10	<i>Pleuroncodes monodon</i>	2.89634	1.34787	0.40953	0.0043	ND (<0.001)
B-M-15	<i>Hepatus sp</i>	2.99150	2.99921	0.14919	0.0255	ND (<0.001)
B-ZI-12	<i>Heliaster heliantus</i>	1.74227	5.31116	2.99445	0.3350	0.074

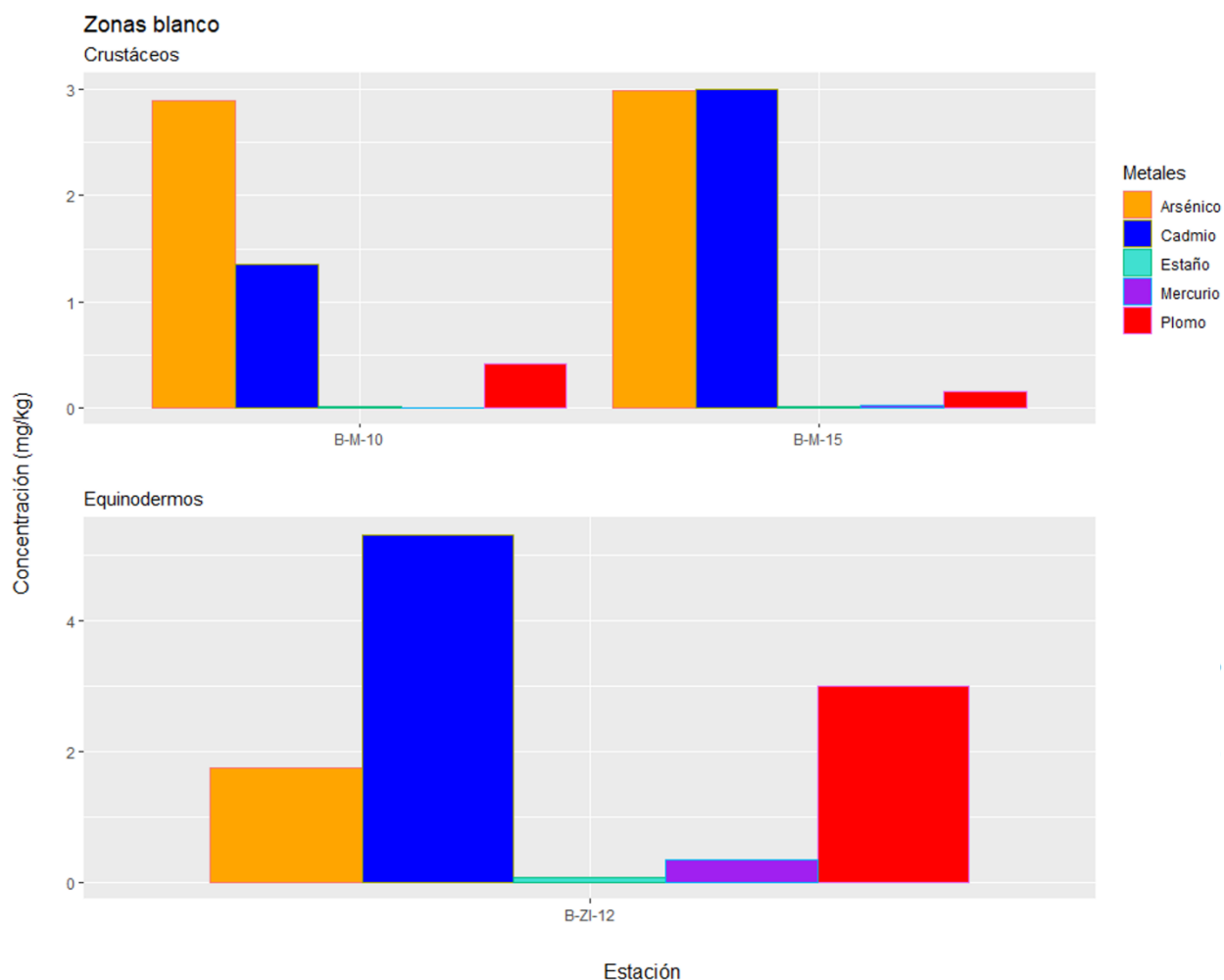


Figura 93 Resumen de resultados de concentraciones de metales en tejido por clase – Zonas blanco

Fuente: ERM, 2023

HAPs

Para el análisis de HAPs en tejido en las zonas blanco, se analizaron las estaciones donde hubo captura por especie con el peso suficiente para realizar las pruebas analíticas. Del total de estaciones donde hubo captura, se analizó 1 estación en la zona intermareal y 2 estaciones en la zona submareal. De manera general para las zonas blanco, las especies de crustáceos analizadas fueron *Pleuroncodes monodon*, y

Hepatus sp. Las especies de equinodermos analizadas fueron *Heliaster heliantus*. No obstante, con base en los resultados analíticos, las concentraciones de HAPs en todas las estaciones muestreadas se mantuvieron por debajo de los límites de detección de cada uno de los parámetros.

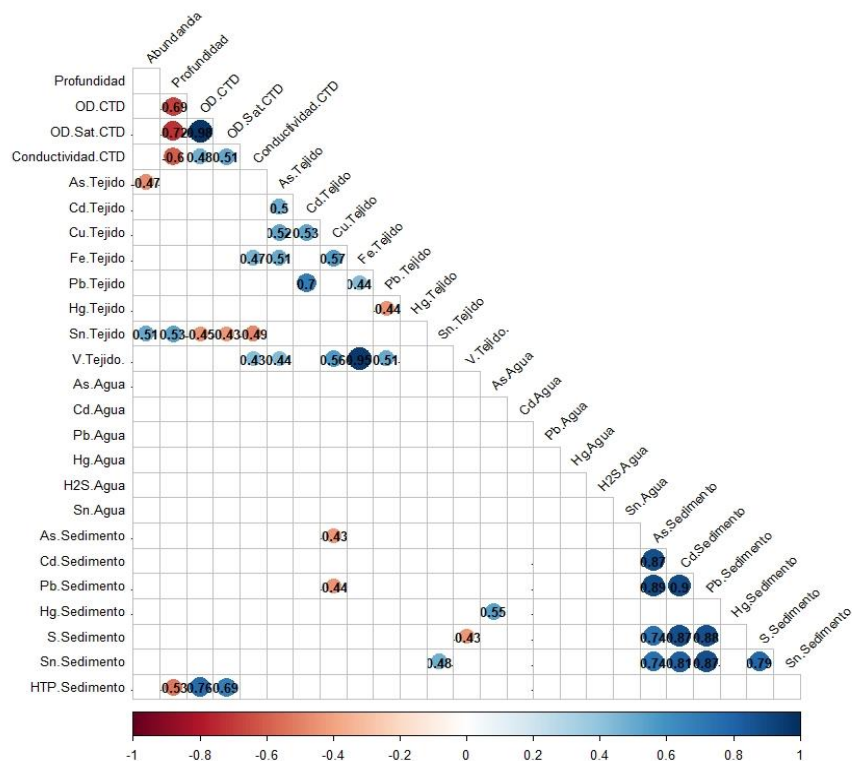
7.1.3.5 Comparación de resultados de tejido biológico con información secundaria

Respecto al análisis de metales y HAPs en tejido, los resultados analíticos sugieren algunas correspondencias con la distribución de parámetros fisicoquímicos en agua y sedimento, aunque también sugieren ausencia de correlaciones. En general, el arsénico es el elemento que está presente en más muestras de tejido de las distintas especies, y en mayores concentraciones en comparación con los otros metales analizados. Esta relación mantiene la misma correspondencia en relación con las concentraciones de arsénico en las matrices agua y sedimento. Sin embargo, esta relación no se mantiene en el caso del plomo, el cual está presente en mayores concentraciones en comparación con los otros metales en las matrices sedimento y agua, pero en menor proporción en tejido en comparación con el cadmio o el estaño. Las diferencias de resultados observadas entre especies evidencian la disimilitud de la distribución y patrones de comportamiento entre los individuos, así como las diferencias en las mecánicas de bioacumulación y biodisponibilidad de los elementos. Las concentraciones de metales en tejido de los organismos capturados en las zonas blanco, la ZRA y el área de monitoreo tienden a ser menores en comparación con la misma clase de organismos para la RNSIIPG – Grupo Pescadores. Por otra parte, no hubo detección de otros elementos más acumulables de los hidrocarburos de petróleo, como son los HAPs, por lo que se sugiere una desvinculación de los metales con el hidrocarburo. En cuanto a las concentraciones de metales en tejido, al comparar los resultados con los criterios de referencia establecidos en el Plan de Trabajo, se observa que en el área de monitoreo, 8 estaciones exceden el criterio para arsénico en peces del Reglamento de la CE (2.00 mg/kg); 4 estaciones exceden el criterio para cadmio en peces de la Resolución de SANIPES (0.10 mg/kg) y 6 estaciones exceden el criterio para cadmio en peces del Reglamento de la CE (0.05 mg/kg); y 4 estaciones exceden el criterio para plomo en peces tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (0.30 mg/kg). Así mismo, 4 estaciones exceden el criterio para cadmio en crustáceos tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (0.5 mg/kg); y 2 estaciones exceden el criterio para plomo en crustáceos tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (0.5 mg/kg). Para la RNSIIPG – Grupo Pescadores se observa que 1 estación excede el criterio para arsénico en peces del Reglamento de la CE (2.00 mg/kg); y 1 estación el criterio para cadmio en peces de la Resolución de SANIPES (0.10 mg/kg) y el Reglamento de la CE (0.05 mg/kg). Así mismo, 7 estaciones exceden el criterio para cadmio en crustáceos tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (0.5 mg/kg); y 2 estaciones exceden el criterio para plomo en crustáceos tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (0.5 mg/kg). También, 4 estaciones exceden el criterio para cadmio en moluscos bivalvos tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (1.0 mg/kg). Para las Zonas blanco se observa que 2 estaciones exceden el criterio para cadmio en crustáceos tanto de la Resolución de SANIPES como el Reglamento de la CE (0.5 mg/kg). En ZRA no se observaron concentraciones en tejido superando los criterios de comparación. En resumen, las concentraciones de metales en tejido de las especies capturadas en las zonas blanco muestran valores similares que las especies capturadas en el área de monitoreo, según la clase taxonómica. En comparación con la ZRA y la RNSIIPG, las concentraciones de metales en tejido observadas en las zonas blanco son mayores.

Al comparar estos resultados con la bibliografía disponible encontramos ciertas similitudes y diferencias. Cajaleon & Concepción (2018) reportan una concentración promedio de As en tejido de 40 peces de varias especies capturadas en la zona de Chorrillos y Huacho, de 0.00265 mg/kg. En contraste, la concentración promedio de As en las 22 muestras de peces correspondientes a las 4 zonas monitoreadas es de 1.958 mg/kg; no obstante, cabe resaltar que para el presente monitoreo no se tienen resultados analíticos de tejido de peces capturados en las zonas de Chorrillos y Huacho. De igual forma, los autores reportan

concentraciones de Hg en hígado de 40 peces con un promedio de 0.03945 mg/kg , en contraste, la concentración promedio de Hg en 22 muestras de tejido de peces correspondientes a las 4 zonas monitoreadas es de 0.042 mg/kg. Cabe mencionar que la bibliografía disponible para comparación es limitada dado que las áreas y especies evaluadas, no corresponden con las mismas áreas, ni tampoco cuentan con los resultados de otros metales analizados en el presente evento de monitoreo.

No obstante, los resultados analíticos evidencian una falta de relación entre los metales en tejido y las concentraciones de HTP en sedimento. El análisis de correlación para las variables en estaciones donde hubo captura de especies, muestra que no hay una correlación significativa (valor $P \geq 0.05$) entre las concentraciones de HTP en sedimento, y las concentraciones de metales en tejido. Así mismo, la matriz de correlación muestra una relación positiva entre HTP en sedimento con el oxígeno disuelto, y negativa con la profundidad; lo cual indicaría posiblemente que las mayores concentraciones de hidrocarburos en sedimentos se encuentran en los estratos superficiales, donde los niveles de saturación de oxígeno son mayores. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el grado de correlación entre estas variables es relativamente moderado, por lo que esta tendencia sería limitada. De hecho, las únicas correlaciones significativas y de alta correlación (ej. mayor a 0.8 o menor a -0.8), sugieren que la relación entre las concentraciones de Cd, Pb, As, Sn y S en sedimento son positivas (es decir, están presentes simultáneamente), así como las concentraciones de Fe y V en tejido. De acuerdo con la Figura 94, el resto de las variables se relacionan de manera no significativa entre ellas.



Fuente: ERM, 2023

Figura 94 Matriz de correlación (coeficiente de Pearson) para variables en estaciones con captura de especies y análisis de tejido (nivel de significancia $p \geq 0.05$).

Por otra parte, al comparar los resultados de HAPs en tejido contra los estándares de referencia descritos en el plan de trabajo, no se observan concentraciones por encima de estos estándares ya que, las concentraciones de antraceno, benzo (a) antraceno, benzo (b) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, fenantreno, fluoranteno, indeno (1, 2, 3, c, d) pireno y pireno en tejido de peces no superan los límites de cuantificación del método y cumplen con los criterios de protección para la salud humana y de las especies. La comparación contra los criterios del Reglamento de la CE y SANIPES de las concentraciones de benzo (a) pireno en peces, crustáceos y moluscos bivalvos, a pesar de no superar el límite de cuantificación del método (10 µg/kg), es limitada dado que el criterio es más estricto que el límite de cuantificación.

7.1.3.6 Conclusiones de los resultados de los parámetros fisicoquímicos en tejido biológico

- Respecto a las concentraciones de compuestos inorgánicos en tejido biológico, los valores observados muestran algunas excedencias a los criterios de comparación. No obstante, no se observa evidencia de una posible relación con el derrame de petróleo.
- Respecto a las concentraciones de HAPs en tejido biológico, los valores observados no superan los límites de detección del método. Siendo estos los elementos más acumulables en tejidos, no se observa evidencia de un posible impacto derivado del derrame de petróleo.

7.2 Medio biótico

7.2.1 Resultados del plancton

7.2.1.1 Fitoplancton cuantitativo

Considerado como un recurso fundamental para el funcionamiento de los mares, el fitoplancton es el encargado del 90% de la producción de materia orgánica en los sistemas acuáticos, por lo que es considerado como la base de la productividad primaria marina (Margalef, 1981). Esta comunidad tiene un papel importante en las dinámicas de los nutrientes en el mar: ayuda en la asimilación del dióxido de carbono; en el ciclo del carbono oceánico, a través de las diatomeas y los coccolitofóridos, e interviene en los ciclos biogeoquímicos del oxígeno, hidrógenos, fósforo, silicio, cloro, potasio, fierro y distintos metales traza. El fitoplancton se compone de un grupo de organismos autótrofos, cuya distribución y abundancia en la columna de agua se relaciona principalmente con la luz, ya que en su mayoría son fotoautotróficos (Reynolds, C.S., 2006; Yucra & Tapia, 2008; Yusuf, 2020). Se trata de una comunidad que tiene además de una variación espacial y temporal, también tiene migraciones de tipo horizontal o vertical (Navarro et al., 2002).

Al ser organismos sensibles a los cambios en el entorno, son utilizados como indicadores del estado ecológico de la comunidad. Lo anterior se debe a que un cambio en las condiciones ambientales disminuye la presencia de algunas especies y favorece el desarrollo de otras. Un ejemplo de esto son los florecimientos algales nocivos (FAN), que son la proliferación masiva de algunas especies de microalgas, destacando las diatomeas, dinoflagelados, haptofíceas, rafdofíceas, cianofíceas, pelagofitas (Zingone, A. & H.O. Enevoldsen, 2000; Garcés, E., A. Zingone, M. Montresor, B. Reguera & B. Dale., 2002; Hernández-Becerril, 2014).

En el mar peruano se han registrado 169 especies de diatomeas, agrupadas en 62 géneros, 20 familias y 2 órdenes, lo que equivale al 12% del fitoplancton marino a nivel mundial. También se han registrado 208 especies de dinoflagelados, distribuidos en 39 géneros, 21 familias y 8 órdenes, correspondiendo al 14%

del total a nivel mundial (Ochoa et al., 1999). En el área de estudio, se han observado especies como el dinoflagelado *Protoperdinium obtusum*, que es indicador de Aguas Costeras Frías (ACF). También se han observado diatomeas, entre las que destacan *Chaetoceros debilis*, *C. lorenzianus*, *C. didymus*, *Leptocylindrus cf. minimus*, *L. danicus*, *Skeletonema costatum* y *Entomoneis alata v. alata*. Por su parte los dinoflagelados representan un menor porcentaje de abundancia y se han reportado especies como *Prorocentrum cordatum*, que es potencialmente tóxica, y *Akashiwo sanguinea*. Asimismo se han reportado fitoflagelados como *Leucocryptos marina* y silicoflagelados como *Dictyocha fibula* y *Octatis octonaria* (GRC, 2013). En estaciones más alejadas de la costa se han observado cocolitofóridos como *Emiliania huxleyi* y *Ophiaster hydroideus* (Graco et al., 2019). Para el análisis de este componente se realizó un monitoreo en tres zonas diferentes: el área de monitores, la zona del ZRA e Islas y la zona blanco. Para consultar más detalles sobre la planificación de este monitoreo puede consultarse el Anexo 2. Asimismo, pueden consultarse las cadenas de custodia de campo en el Anexo 4 y el fotolog de los trabajos de campo en el Anexo 5.

Área de monitoreo

Riqueza y abundancia

El área de monitoreo está formada por 55 estaciones, en estas estaciones se midió la riqueza y la abundancia, los resultados para cada una de las estaciones pueden ser consultados en el Anexo 7. Respecto a la abundancia el valor más alto se registró en la estación ZI-07 con un valor de 284 Cél/ml, seguido de la estación ZI-06 con un valor de 248.6 Cél/ml, la estación ZI-09 con 222 Cél/ml y la estación ZI-08 con un valor de 205.67 Cél/ml (Tabla 69). El promedio de la abundancia registrada fue de 48.29 Cél/ml y el valor menor se encontró en la estación ZM-50-73 en la que se registró sólo 1 Cél/ml. Por encima de las 100 Cél/ml se encontraron las estaciones: ZI-19 con 105.33 Cél/ml; la estación ZM-20-57 con 179 Cél/ml; la estación ZM-10-85 con 173.33 Cél/ml; la estación ZI-27 con 151.67 Cél/ml; la estación ZM-30-41 con 124.33 Cél/ml; la estación ZM-20-50 con 124 Cél/ml y la estación ZM-10-52 con 119.33 Cél/ml. En cuanto a la riqueza, el valor promedio fue de 9.8 con un valor máximo de 17 especies, registrado en la estación ZM-20-61 y un valor mínimo de dos especies en las estaciones ZM-10-79 y ZM-50-75 (Tabla 69).

Tabla 69 Riqueza y abundancia de fitoplancton cuantitativo en el área de monitoreo

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)	No.	Estación	Riqueza	Abundancia Cél/ml
1	ZI-01	7	56.33	29	ZM-10-82	4	5.67
2	ZI-02	12	60	30	ZM-10-85	9	173.33
3	ZI-03	6	12	31	ZM-15-01	12	29.33
4	ZI-04	6	23	32	ZM-20-03	16	55
5	ZI-05	8	62.67	33	ZM-20-10	13	25.33
6	ZI-06	9	248.67	34	ZM-20-43	15	181
7	ZI-07	13	284	35	ZM-20-50	16	124
8	ZI-08	8	205.67	36	ZM-20-57	15	179
9	ZI-09	7	222	37	ZM-20-61	17	58.67
10	ZI-10	5	9.33	38	ZM-20-69	9	13.67
11	ZI-11	6	11.67	39	ZM-20-72	9	10.67
12	ZI-12	5	9.67	40	ZM-20-74	8	8.33

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
13	ZI-13	5	6
14	ZI-14	8	9.67
15	ZI-15	4	1.67
16	ZI-16	3	1.33
17	ZI-17	4	1.33
18	ZI-18	7	6
19	ZI-19	8	105.33
20	ZI-20	3	7.33
21	ZI-21	9	17.67
22	ZI-24	8	90
23	ZI-25	3	1.67
24	ZI-27	8	151.67
25	ZM-10-52	15	119.33
26	ZM-10-58	16	75.33
27	ZM-10-63	15	31
28	ZM-10-79	2	2.33

No.	Estación	Riqueza	Abundancia Cél/ml
41	ZM-30-41	13	124.33
42	ZM-30-54	10	16.33
43	ZM-30-59	12	37
44	ZM-30-68	13	24.33
45	ZM-30-70	5	4
46	ZM-30-80	8	35.33
47	ZM-50-07	14	32
48	ZM-50-27	9	6.33
49	ZM-50-45	9	106
50	ZM-50-48	11	94
51	ZM-50-55	13	63
52	ZM-50-65	12	21.67
53	ZM-50-73	3	1
54	ZM-50-75	2	8
55	ZM-50-78	5	4

Nota: Se marcan en verde los valores mayores y en azul los valores menores
Fuente: ERM, 2023

En el área de monitoreo se registró la presencia de 75 taxas, que pertenecen a 47 géneros, 40 familias, 27 clases y seis órdenes (Anexo 8). De estas taxas aquellos del orden Bacillariophyceae fueron los más frecuentes con 42%, seguidas de las taxas del orden Mediophyceae (23%), de las del orden Dinophyceae (24%) y finalmente las del orden Coscinodiscophyceae (10%). Las taxas del orden Euglenophyceae tuvieron un 1% mientras que las del orden Dictyochophyceae están por debajo del 1% (Figura 95). La especie más frecuente fue *Plagiotropis* sp., seguida de *Triplos furca* y de *Pleurosigma* sp. En cuanto a la abundancia, las taxas más abundantes fueron del orden Bacillariophyceae (76%), seguidas de las del orden Dinophyceae (11%) y las del orden Mediophyceae (10%). Las especies más abundantes fueron *Plagiotropis* sp, seguida de *Pseudo-nitzschia pungens*. La distribución de las especies registradas por estación y su abundancia se muestra en la Figura 96, asimismo los mapas pueden ser consultados en el Anexo 12.

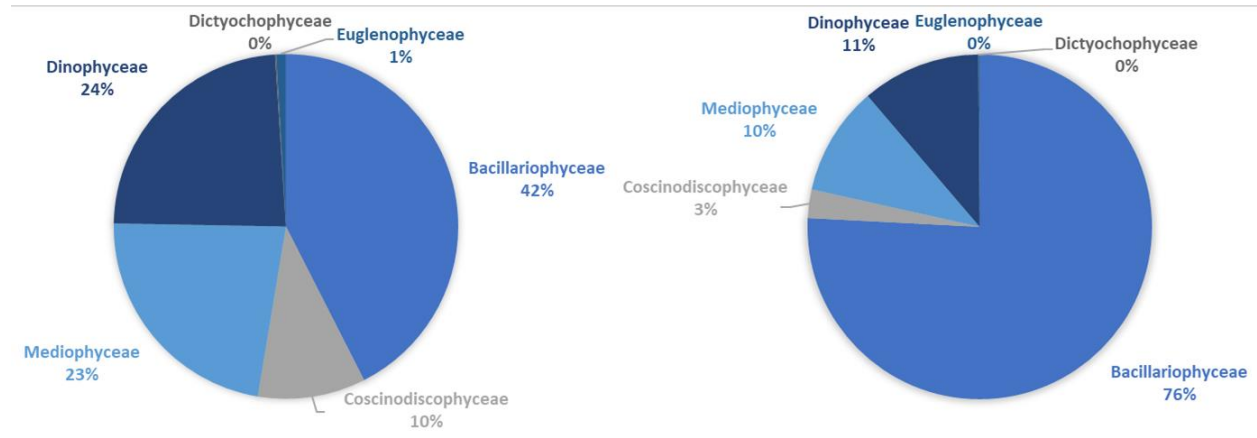


Figura 95 Especies de fitoplancton cuantitativo con mayor frecuencia (izq.) y abundancia (der.) en el área de monitoreo

Fuente: ERM, 2023

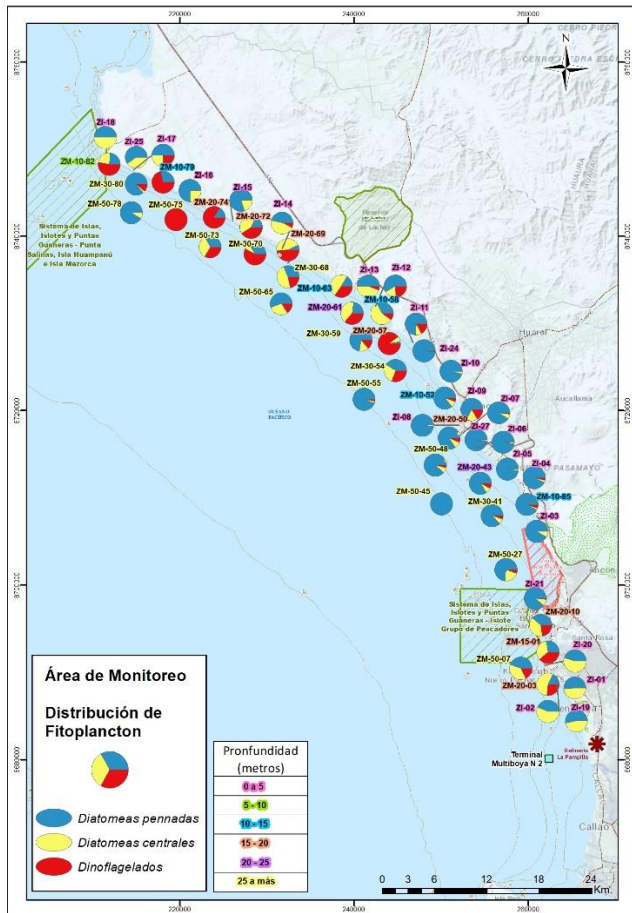


Figura 96 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área de monitoreo.

Fuente: ERM, 2023

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad analizados mostraron valores altos en diferentes estaciones. Para el índice de riqueza de Margalef el valor más alto corresponde a la estación ZI-07 y es de 10.43, lo que nos indica que se trata de un sitio con alta biodiversidad. En contraste, la estación ZI-20 tuvo el valor más bajo para este índice con un valor de 1 que nos indica un sitio de baja biodiversidad. El valor promedio para este índice en las estaciones del área de monitoreo fue de 2.8, considerado un valor para sitios con baja biodiversidad. Al respecto, 15 de las 50 estaciones se encuentran por debajo de 2, 30 estaciones cuentan con valores entre 2 y 5 que indican una biodiversidad normal; y 3 de las 50 estaciones tienen un valor por encima de 5, señalando sitios de alta biodiversidad (Tabla 70). Para el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el valor más alto fue de 2.19 Bits/ind en la estación ZM-20-61; mientras que el valor menor se registró en la estación ZI-19 con 0.17 Bits/ind. El valor promedio de este índice para el área de monitoreo fue de 1.24 Bits/ind. De las 50 estaciones, 44 tienen un valor inferior a 2 lo que es un indicio de sitios con baja biodiversidad; mientras que hubo valores para seis estaciones por encima de 2 indicando una biodiversidad normal. Para la equidad se utilizó el índice de Pielou que tuvo un valor promedio de 0.62, con un valor máximo de 1 para las estaciones ZI-17 y ZM-50-73 y un valor menor de 0.08 en la estación ZI-06. De todas las estaciones 32 tuvieron un valor por encima del valor promedio de 0.62. Finalmente, el índice de dominancia de Simpson tuvo un valor promedio de 0.56, con un valor máximo de 0.85 en la ZM-50-27 y un mínimo de 0.06 en la estación ZI-09.

Tabla 70 Índices de biodiversidad de fitoplancton cuantitativo en el área de monitoreo

No.	Estación	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZI-01	1.49	1.34	0.69	0.68
2	ZI-02	2.69	1.92	0.77	0.80
3	ZI-03	2.01	0.98	0.55	0.46
4	ZI-04	1.59	0.74	0.41	0.31
5	ZI-05	1.69	0.50	0.24	0.19
6	ZI-06	1.45	0.19	0.08	0.06
7	ZI-07	2.12	0.49	0.19	0.17
8	ZI-08	1.31	0.24	0.12	0.08
9	ZI-09	1.11	0.17	0.09	0.06
10	ZI-10	1.79	1.11	0.69	0.55
11	ZI-11	2.04	1.18	0.66	0.57
12	ZI-12	1.76	1.40	0.87	0.70
13	ZI-13	2.23	1.21	0.75	0.64
14	ZI-14	3.09	1.71	0.82	0.76
15	ZI-15	5.87	1.33	0.96	0.72
16	ZI-16	6.95	1.04	0.95	0.63
17	ZI-17	10.43	1.39	1	0.75
29	ZM-10-82	1.73	1.15	0.83	0.63
30	ZM-10-85	1.55	0.44	0.20	0.17
31	ZM-15-01	3.26	1.88	0.76	0.78
32	ZM-20-03	3.74	2.05	0.74	0.81
33	ZM-20-10	3.71	2.17	0.84	0.86
34	ZM-20-43	2.69	0.81	0.30	0.31
35	ZM-20-50	3.11	1.40	0.50	0.65
36	ZM-20-57	2.70	0.66	0.25	0.24
37	ZM-20-61	3.93	2.19	0.77	0.84
38	ZM-20-69	3.06	1.62	0.74	0.73
39	ZM-20-72	3.38	1.76	0.80	0.77
40	ZM-20-74	3.30	1.24	0.59	0.52
41	ZM-30-41	2.49	1.04	0.41	0.40
42	ZM-30-54	3.22	1.73	0.75	0.76
43	ZM-30-59	3.05	1.55	0.62	0.63
44	ZM-30-68	3.76	1.83	0.71	0.77
45	ZM-30-70	2.89	1.47	0.92	0.75

No.	Estación	Índices			
		Margalef	Shannon- Wiener	Pielou	Simpson
18	ZI-18	3.35	1.67	0.86	0.77
19	ZI-19	1.50	1.52	0.73	0.71
20	ZI-20	1	0.84	0.76	0.53
21	ZI-21	2.79	1.68	0.77	0.76
22	ZI-24	1.56	0.41	0.20	0.15
23	ZI-25	3.92	1.05	0.96	0.64
24	ZI-27	1.39	0.32	0.15	0.11
25	ZM-10-52	2.93	1.19	0.44	0.51
26	ZM-10-58	3.47	1.94	0.70	0.81
27	ZM-10-63	4.08	2.03	0.75	0.83
28	ZM-10-79	1.18	0.60	0.86	0.41

No.	Estación	Índices			
		Margalef	Shannon- Wiener	Pielou	Simpson
46	ZM-30-80	1.96	0.68	0.33	0.30
47	ZM-50-07	3.75	2.04	0.77	0.83
48	ZM-50-27	4.33	2.03	0.92	0.85
49	ZM-50-45	1.72	0.51	0.23	0.22
50	ZM-50-48	2.20	1.06	0.44	0.49
51	ZM-50-55	2.90	0.84	0.33	0.31
52	ZM-50-65	3.58	2.06	0.83	0.83
53	ZM-50-73	NA	1.10	1	0.67
54	ZM-50-75	0.48	0.17	0.25	0.08
55	ZM-50-78	2.89	1.35	0.84	0.69

Nota: Los valores más altos se señalan en verde; mientras que los más bajos se señalan en azul.

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

Al comparar las 55 estaciones el área de monitoreo entre sí se encontró que la mayoría de las estaciones comparten una similitud superior al 0.60 salvo el 2% de estas comparaciones que se encuentran por debajo de este valor. Las estaciones con un mayor número de similitudes con otras estaciones fueron la ZM-50-73 y la ZM-50-75 que tuvieron una similitud con un valor de 1 con otras 22 estaciones (Tabla 71). A estas estaciones le siguen la estación ZI-17 y la estación ZM-10-79, ambas con una similitud de 1 con otras 12 estaciones. Por otro lado, las estaciones que no tuvieron una similitud de 1 con ninguna otra estación fueron la ZI-04, ZI-12, ZI-13, ZM-20-10, ZM-20-61, ZM-30-80, ZM-50-07, ZM-50-55; ZM-10-63 y la ZM-50-65. Por otro lado, los valores más bajos para el índice de Jaccard corresponden a la comparación entre las estaciones ZI-08 y ZI-09 con un valor de 0.12. Aunque si bien hay estaciones que no tienen comparaciones de un valor de 1 con otras estaciones, es importante recordar que la mayoría de las estaciones comparten una similitud superior al 60%. Los valores del índice de Jaccard para cada una de las comparaciones pueden ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Tabla 71 Índice de Jaccard para fitoplancton cuantitativo en el área de monitoreo

Estación	Similitudes	Estación	Similitudes	Estación	Similitudes	Estación	Similitudes
ZI-01	4	ZI-15	7	ZM-10-85	6	ZM-30-68	0
ZI-02	2	ZI-16	14	ZM-15-01	1	ZM-30-70	9
ZI-03	5	ZI-17	21	ZM-20-03	0	ZM-30-80	0

Estación	Similitudes	Estación	Similitudes	Estación	Similitudes	Estación	Similitudes
ZI-04	0	ZI-18	2	ZM-20-10	0	ZM-50-07	0
ZI-05	5	ZI-19	5	ZM-10-82	10	ZM-30-59	3
ZI-06	12	ZI-20	5	ZM-20-43	0	ZM-50-27	4
ZI-07	11	ZI-21	1	ZM-20-50	1	ZM-50-45	2
ZI-08	13	ZI-24	6	ZM-20-57	11	ZM-50-48	3
ZI-09	17	ZI-25	13	ZM-20-61	0	ZM-50-55	0
ZI-10	3	ZI-27	9	ZM-20-69	2	ZM-50-65	0
ZI-11	3	ZM-10-52	3	ZM-20-72	5	ZM-50-73	22
ZI-12	0	ZM-10-58	3	ZM-20-74	5	ZM-50-75	22
ZI-13	0	ZM-10-63	0	ZM-30-41	2	ZM-50-78	9
ZI-14	1	ZM-10-79	21	ZM-30-54	3		

Nota: Los valores más altos se señalan en verde

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

Al analizar las diferentes estaciones que integran la zona de monitoreo de acuerdo con su similitud con el índice de Bray-Curtis, se encontró que las estaciones forman cuatro grupos (Figura 97). El primer grupo está conformado por 29 estaciones; mientras que el segundo grupo lo integran 18 estaciones. El tercer grupo se integra solo por las estaciones ZI-19 y ZI-24. En el cuarto grupo se ubican las estaciones ZI-27, ZI-07, ZI-06, ZI-08 y ZI-09.

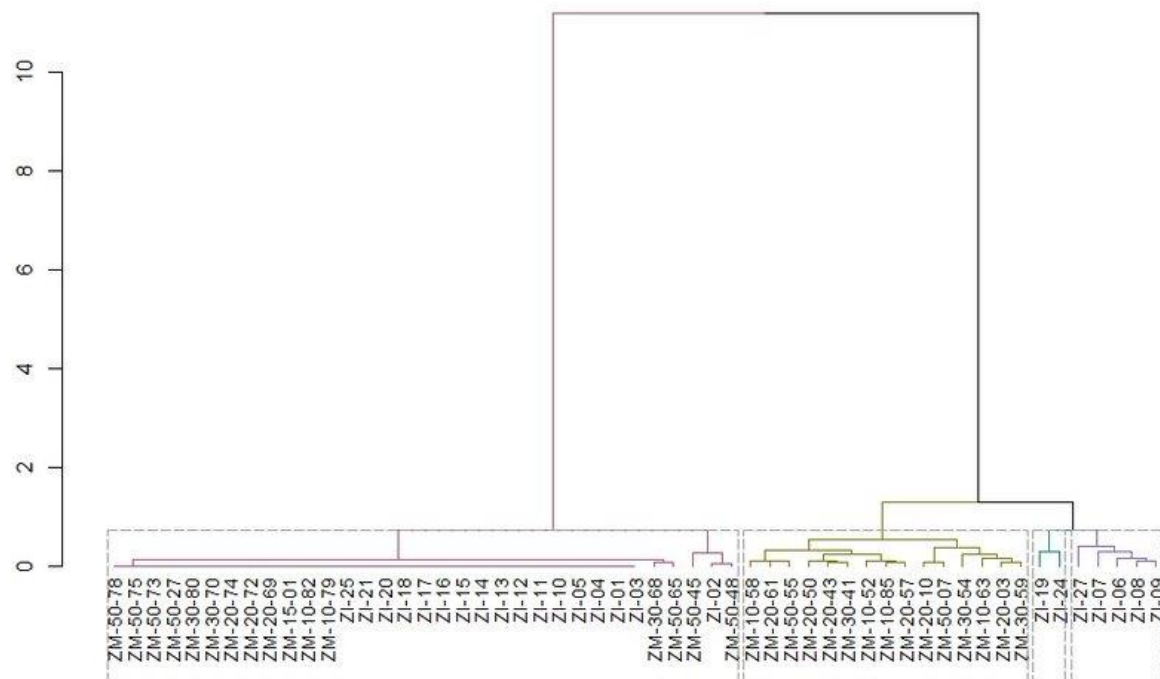


Figura 97 Índice de Bray-Curtis para el área de monitoreo.

Fuente: ERM, 2023

Área del ZRA y del área de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Riqueza y abundancia

En esta área se analizaron 28 estaciones en las que el promedio de riqueza fue de 10.17 especies con un valor máximo de 16 especies, registrado en la estación ZI-26 y un valor mínimo de 3 especies registrado en la estación GP-50-52 (Tabla 72), los resultados por estación pueden ser consultados en el Anexo 7. La mayoría de las estaciones de esta área registraron más de 10 especies, excepto por las estaciones ZI-22, GP-50-59, GP-50-52, GP-50-31, GP -50-11, GP-50-03, GP-30-98 y GP 30-87. En cuanto a la abundancia, el valor promedio fue de 64.55 Cél/ml con un valor máximo de 1238.67 Cél/ml registrado en la estación ZI-26 y un valor mínimo de 6.33 Cél/ml registrado en la estación ZI-22.

Tabla 72 Riqueza y abundancia de fitoplancton cuantitativo en el área del ZRA y de Islas.

No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)	No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
1	ZM-50-14	11	24	15	ZM-30-35	10	15.4
2	ZM-50-09	13	24	16	ZI-26	16	1238.67
3	ZM-30-26	11	30.33	17	ZI-23	13	24.67
4	ZM-30-23	15	66.33	18	ZI-22	4	6.33
5	ZM-30-18	11	14	19	GP-50-69	7	41
6	ZM-30-08	12	27.67	20	GP-50-52	3	48.67

No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
7	ZM-20-36	9	11.67
8	ZM-20-33	12	16.33
9	ZM-20-28	5	7.67
10	ZM-20-22	13	25.67
11	ZM-10-34	10	16.33
12	ZM-10-24	10	20.67
13	ZM-10-20	12	23.67
14	ZM-10-19	11	37.33

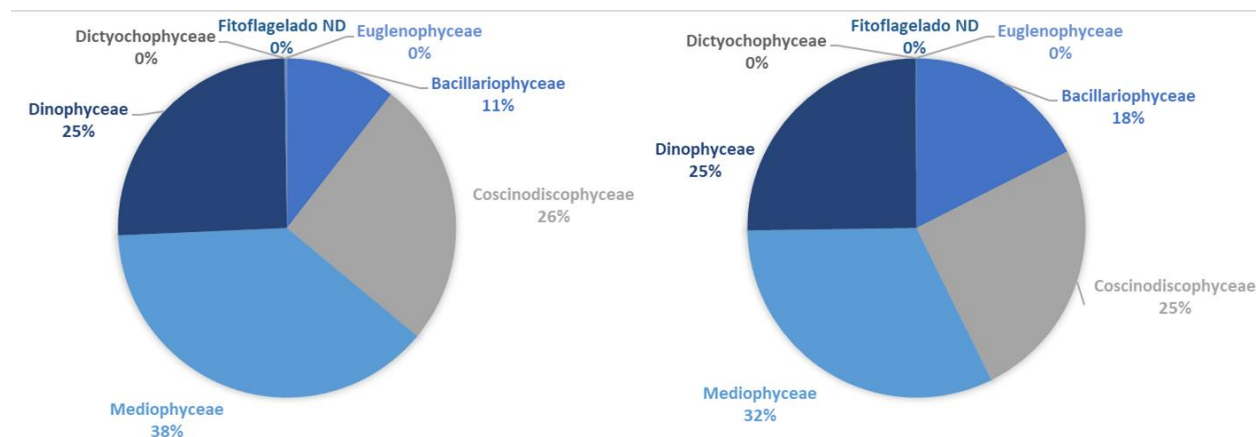
No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
21	GP-50-31	7	9.33
22	GP-50-11	7	11.33
23	GP-50-03	7	13.67
24	GP-30-98	7	9.99
25	GP-30-87	9	14.33
26	GP-30-162	10	78.67
27	GP-30-146	15	107.8
28	GP-30-123	15	118.33

Nota: Los valores más altos se señalan en verde; mientras que los más bajos se señalan en azul.

Fuente: ERM, 2023

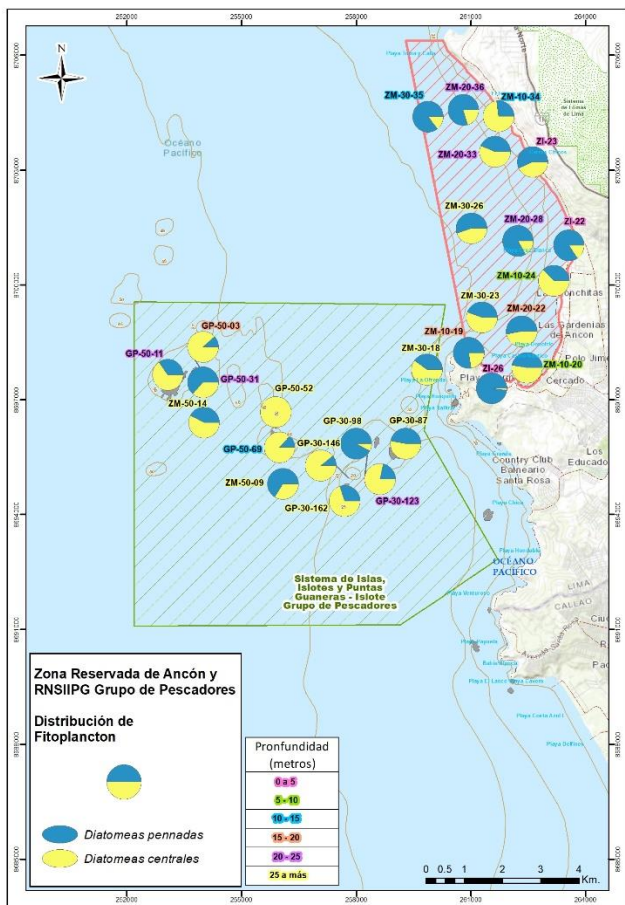
En cuanto a las especies registradas, las especies más frecuentes fueron las del orden Mediophyceae (38%), seguidas de las del orden Coscinodiscophyceae (26%), las del orden Dinophyceae (25%) y las del orden Bacillariophyceae (11%; Tabla 72). Las especies menor frecuentes fueron los Fitoflagelados no determinados (1%), los taxos del orden Euglenophyceae y del orden Dictyochophyceae con menos del 1%. En cuanto a la abundancia las especies más abundantes corresponden al orden Mediophyceae (32%), seguidas de las del orden Coscinodiscophyceae y Dinophyceae con un 25% cada una, y las del orden Bacillariophyceae con 18%. En la Fuente: ERM, 2023

Figura 99 se puede observar la distribución de estos órdenes en las diferentes estaciones, el mapa puede ser consultado a una mayor resolución en el Anexo 12. Las especies más abundantes fueron *Plagiotropis sp.*, *Pseudo-nitzschia pungens* y *Triplos furca*. El listado completo de las especies registradas en cada una de las estaciones puede ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton; mientras que las imágenes de cada una de las especies registradas pueden consultarse en el Anexo 10.



Fuente: ERM, 2023

Figura 98 Especies de fitoplancton cuantitativo con mayor frecuencia (izq) y abundancia (der) en el Área del ZRA y de RNSIIP – Grupo Pescadores.



Fuente: ERM, 2023

Figura 99 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Índices de Diversidad

Para conocer el estado de la comunidad fitoplanctónica se calcularon el índice de riqueza de Margalef, el índice de diversidad de Shanon-Wiener, el índice de equidad de Pielou y el índice de dominancia de Simpson (Tabla 73). El valor promedio para el índice de riqueza de Margalef fue de 3.33 con un valor máximo de 3.94 registrado en la estación ZM-20-33 y un valor mínimo de 0.51 registrado en la estación GP-50-52. En cuanto al índice de diversidad de Shanon-Wiener el valor promedio fue de 1.63, con un valor máximo de 2.30 en la estación ZM-30-18 y un valor mínimo de 0.19 en la estación GP-50-52. Para el índice de equidad de Pielou el valor promedio fue de 0.71 con un valor máximo de 0,96 en la estación ZM-30-18 y un mínimo de 0.17 en la estación de GP-50-52. Finalmente, para el índice de dominancia de Simpson el valor promedio fue de 0.70, con un valor máximo de 0.89 en la estación ZM-30-18 y un mínimo de 0.08 en la estación GP-50-52. La estación en la que se registró la mayoría de los valores más altos para estos índices fue la estación ZM-30-18, que de acuerdo con los resultados se trata de una zona con una diversidad normal, una alta probabilidad de que todas las especies presentes tengan la misma abundancia y una alta probabilidad de que dos organismos al azar sean de la misma especie. Por el contrario, la estación con los valores menores para estos índices fue la estación GP-50-52, que de acuerdo con los resultados es una zona con baja riqueza y diversidad, así como una ausencia de uniformidad en la

abundancia de las especies y una baja probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie.

Tabla 73 Índices de biodiversidad para fitoplancton cualitativo en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZM-50-14	3.15	1.92	0.80	0.80
2	ZM-50-09	3.78	2.13	0.83	0.84
3	ZM-30-26	2.93	1.89	0.79	0.80
4	ZM-30-23	3.34	1.67	0.62	0.66
5	ZM-30-18	3.79	2.30	0.96	0.89
6	ZM-30-08	3.31	1.98	0.80	0.81
7	ZM-20-36	3.26	1.74	0.79	0.76
8	ZM-20-33	3.94	2.26	0.91	0.88
9	ZM-20-28	1.96	1.00	0.62	0.49
10	ZM-20-22	3.70	2.00	0.78	0.81
11	ZM-10-34	3.22	1.78	0.77	0.77
12	ZM-10-24	2.97	1.96	0.85	0.84
13	ZM-10-20	3.48	1.97	0.79	0.82
14	ZM-10-19	2.76	1.79	0.75	0.77
15	ZM-30-35	3.30	1.92	0.83	0.82
16	ZI-26	2.11	1.45	0.52	0.70
17	ZI-23	3.74	1.91	0.74	0.76
18	ZI-22	1.63	1.12	0.81	0.63
19	GP-50-69	1.62	0.73	0.37	0.31
20	GP-50-52	0.51	0.19	0.17	0.08
21	GP-50-31	2.69	1.58	0.81	0.75
22	GP-50-11	2.47	1.54	0.79	0.73
23	GP-50-03	2.29	1.40	0.72	0.66
24	GP-30-98	2.61	1.04	0.54	0.45
25	GP-30-87	3.00	1.94	0.88	0.83
26	GP-30-162	2.99	1.52	0.66	0.66
27	GP-30-146	1.85	1.14	0.42	0.45
28	GP-30-123	2.93	1.78	0.66	0.78

Nota: Los valores más altos se señalan en verde; mientras que los más bajos se señalan en azul.

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

De las comparaciones realizadas con el índice de Jaccard es posible observar que solo 9 de las 28 estaciones del área tuvieron una similitud de 1 con el resto de las estaciones (Tabla 74). La estación con un mayor número de similitudes de un valor de 1 con otras estaciones fue la GP-50-52 con seis similitudes. De todas las comparaciones realizadas entre estaciones más del 98% mostraron valores por encima del 0.6; mientras que sólo el 1.9% de estas comparaciones presentó valores inferiores a este número. La tabla con los valores para cada una de las comparaciones entre estaciones puede ser consultada en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Tabla 74 Índice de Jaccard para fitoplancton cuantitativo en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

No.	Estación	Similitudes	No.	Estación	Similitudes
1	ZM-50-14	1	15	ZM-30-35	0
2	ZM-50-09	0	16	ZI-26	1
3	ZM-30-26	1	17	ZI-23	0
4	ZM-30-23	0	18	ZI-22	1
5	ZM-30-18	0	19	GP-50-69	0
6	ZM-30-08	0	20	GP-50-52	6
7	ZM-20-36	0	21	GP-50-31	0
8	ZM-20-33	0	22	GP-50-11	0
9	ZM-20-28	3	23	GP-50-03	1
10	ZM-20-22	0	24	GP-30-98	1
11	ZM-10-34	0	25	GP-30-87	0
12	ZM-10-24	0	26	GP-30-162	0
13	ZM-10-20	0	27	GP-30-146	0
14	ZM-10-19	1	28	GP-30-123	0

Nota: Se muestran en verde los valores más altos

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

De acuerdo con su similitud, analizada con el índice de Bray-Curtis, las estaciones del área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores forman cuatro grupos (Figura 100). En el primer grupo se encuentran 14 de las 28 estaciones. En el segundo grupo se encuentran las estaciones ZM-30-18, ZM-50-14, ZM-30-26, GP-30-87, GP-30-162, ZM-30-35, ZM-20-36, ZM-10-34, ZM-10-19 y ZM-10-24. En el tercer grupo está la estación ZI-26 y en el cuarto y último grupo se encuentran las estaciones GP-30-146, ZM-30-23 y GP-30-123.

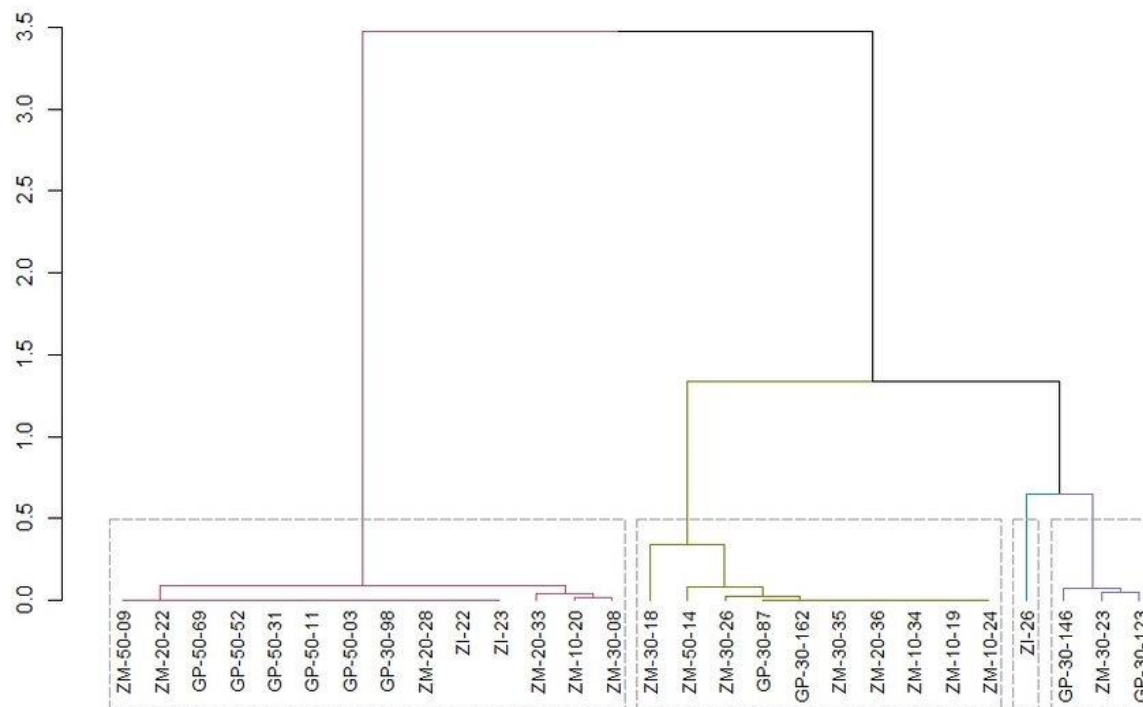


Figura 100 Índice de Bray-Curtis para el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Fuente: ERM, 2023

Zona blanco¹⁰

Riqueza y abundancia

La zona blanco está integrada por 13 estaciones de monitoreo, de estas estaciones la estación B-ZI-12 fue en la que se registró la riqueza más alta con 13 especies presentes, seguida de la estación B-M-14 con 12 especies y la estación B-ZI-07 con 11 especies registradas (Tabla 75). Los resultados obtenidos en cada una de las estaciones pueden ser consultado en el Anexo 7. Las estaciones con menos de 10 especies fueron la B-M-15 con nueve especies, las B-ZI.13 y B-M-10 con cinco especies cada una, la B-M-11 con cuatro especies, las estaciones B-M-02, B-M-06 y B-ZI-09 cada una con un registro de dos especies y las estaciones B-M-05 y B-ZI-08 en las que sólo se registró una especie. Finalmente se encuentra la estación B-M-03 en la que no se registró ninguna especie. En las estaciones de monitoreo se registraron 32 taxones que corresponden a 29 géneros, 25 familias, 19 clases y 5 órdenes. De estos taxones las que se registraron en una mayor cantidad de estaciones de monitoreo corresponden al orden Bacillariophyceae (59%) seguidos de los taxones del orden Mediophyceae (25%; Figura 101). En cuanto a las especies registradas en la zona blanco la más frecuente fue la especie *Plagiotropis* sp., seguida de la especie *Thalassionema nitzschioides*; mientras que las especies más abundantes fueron *Rhizosolenia setigera*, *Thalassionema nitzschioides* y *Plagiotropis* sp. El listado completo de las especies registradas en cada una de las estaciones puede ser consultado en el Anexo 8. Biológicos.

¹⁰ xxxxx

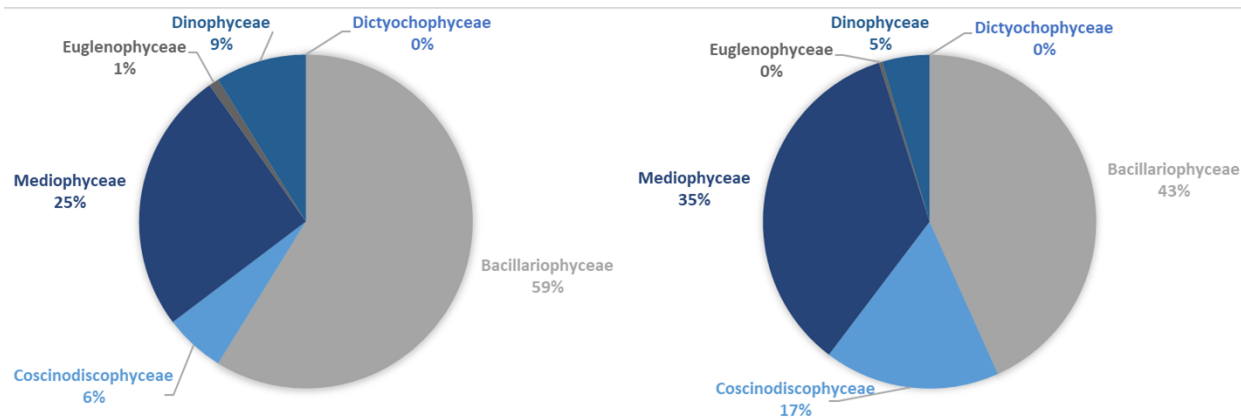


Figura 101 Especies de fitoplancton cuantitativo con mayor frecuencia de registro en la zona blanco

Fuente: ERM, 2023

En cuanto a la abundancia el valor mayor fue registrado en la estación B-M-14 con un valor de 32.33 Cél/ml, seguido de la estación B-ZI-12 con un valor de 26.67 Cél/ml y la estación B-M-15 con un valor de 11.67 Cél/ml (Tabla 75). El resto de las estaciones tienen valores por debajo de 10 Cél/ml como: la estación B-ZI-07 que tuvo un valor de 8 Cél/ml; la estación B-M-10 con un valor de 5.67 Cél/ml; la estación B-ZI-08 con 4.33 Cél/ml. Las estaciones B-M-11 y B-ZI-13 ambas con un valor de 3.33 Cél/ml; la estación B-ZI-09 con 1.67 Cél/ml; la estación B-M-05 con un valor de 1 Cél/ml; la estación B-M-06 con un valor de 0,67 Cél/ml y finalmente la estación B-M-03 en la que como se mencionó anteriormente no se registró ninguna especie. En cuanto a los taxones más abundantes se registró que pertenecen al orden Bacillariophyceae (43%), seguidas de aquellas del orden Mediophyceae (35%) y las del orden Coscinodiscophyceae (17%; Figura 101). La abundancia y riqueza de estas especies en cada una de las estaciones puede ser consultada en la Figura 102, asimismo el mapa puede ser consultado en el Anexo 12.

Tabla 75 Riqueza y abundancia de fitoplancton cuantitativo en la zona blanco

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
1	B-M-02	2	3.67
2	B-M-03	0	0
3	B-M-05	1	1
4	B-M-06	2	0.67
5	B-M-10	5	5.67
6	B-M-11	4	3.33
7	B-M-14	12	32.33
8	B-M-15	9	11.67
9	B-ZI-07	11	8
10	B-ZI-08	1	4.33
11	B-ZI-09	2	1.67
12	B-ZI-12	13	26.67
13	B-ZI-13	5	3.33

Nota: Los valores más altos se señalan en verde; mientras que los más bajos se señalan en azul

Fuente: ERM, 2023

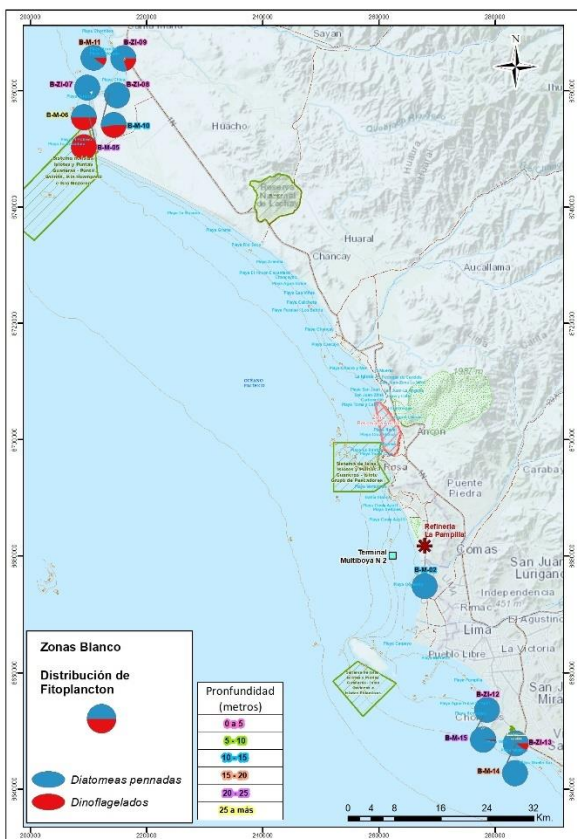


Figura 102 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en la zona blanco

Fuente: ERM, 2023

Índices de Diversidad

Para el análisis de los resultados se estimaron los índices de riqueza de Margalef (D), diversidad Shanon-Wiener (H'), diversidad Simpson (X) y equidad de Pielou (J). Los valores más altos para estos índices corresponden a la estación B-ZI-07 con un índice Margalef de 4.81 y un índice de Shanon-Wiener de 2.22 Bits/Ind, que nos indican un sitio con una biodiversidad normal (Tabla 76). En esta estación el valor del índice de dominancia Simpson fue de 0.87, lo que significa que hay mayor posibilidad de dominancia de una especie y un índice de Pielou de 0.93 que nos indica que se trata de un sitio donde todas las especies tienen la misma abundancia. Por otro lado, los valores menores en los índices de biodiversidad corresponden a la estación B-M-02 con un índice de Margalef de 0.77, un valor de diversidad de 0.30 Bits/ind, una dominancia de 0.17 y una equidad de 0.44. Los valores mencionados, hacen referencia a que la estación B-M-02 es un sitio con muy baja riqueza, baja biodiversidad en el que hay una baja probabilidad en que dos especies al azar sean de la misma especie, con una comunidad que carece de uniformidad. Para las estaciones B-M-03 en las que no se registró ninguna especie y las estaciones B-M-05 y B-ZI-08 en las que sólo se registró una especie no fue posible calcular estos índices por lo que aparecen como NA.

De acuerdo con el índice de riqueza Margalef siete de las 13 estaciones que integran la zona blanco tienen una riqueza normal al registrar valores por encima de dos e inferiores a cinco (Tabla 76). Estas estaciones son: B-M-10 (2.31), B-M-11 (2.49), B-M-14 (3.16), B-M-16 (3.26), B-ZI-07 (4.81) y las estaciones B-ZI-12 (3.65) y B-ZI-13 (3.32) en las que se registró el valor más alto para este índice. Exceptuando las estaciones en las que no se registraron especies y por lo tanto el índice de Margalef es cero o NA, las estaciones con

una baja riqueza, es decir con valores inferiores a dos son la estación B-M-02 (0.77) y la B-ZI-09 (1.96). Respecto a la diversidad, el índice de Shannon-Wiener indicó que ninguna de las estaciones de la zona blanco son estaciones de alta diversidad. Tres de estas estaciones registraron valores en un rango de dos a tres por lo que son considerados como sitios con una diversidad normal, estas estaciones son: B-M-15 (2 Bits/ind), B-ZI-12 (2.07 Bits/ind) y la estación B-ZI-07 que con 2.22 Bits/ind registró el valor más alto para este índice (Tabla 76). Las estaciones con menor diversidad fueron la B-M-02 (0.30 Bits/ind), la estación B-M-06 (0.69 Bits/ind), la estación B-M-10 (1.33 Bits/ind), la estación B-M-11 (1.09 Bits/ind), la estación B-M-14 (1.67 Bits/ind), la estación B-ZI-09 (0.50 Bits/ind) y la estación B-ZI-13 (1.23 Bits/ind).

En cuanto al índice de dominancia de Simpson, la estación con el valor más alto fue la estación B-ZI-07 con 0.87. Sin embargo, hay otras estaciones con valores similares como: la estación B-ZI-07 (0.85) y B-ZI-12 (0.82) esto quiere decir que en estos sitios existe una mayor probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie y por lo tanto menor diversidad (Tabla 76). Sin considerar las estaciones en las que no sé registraron especies y que por lo tanto tienen un valor de cero, los valores menores de este índice corresponden a las estaciones B-ZI-09 (0.32) y a la estación B-M-02 (0.17), lo que nos indica que en estas estaciones hay una mayor diversidad, ya que la probabilidad de que dos individuos sean de la misma especie es menor. Finalmente, en cuanto a la equidad el valor más alto para el índice de Pielou fue en la estación B-M-06 con un valor de 1, seguido de la estación B-ZI-07 (0.93), la B-M-15 (0.91), la estación B-M-10 (0.83) y la estación B-ZI-12 (0.81), estos valores cercanos a 1 nos indican que en estos sitios hay una mayor probabilidad de que todas las especies son igualmente abundantes. Por otro lado, los valores cercanos a cero registrado en la estación B-M-02 (0.44) nos indica una menor probabilidad de que todas las especies tengan la misma abundancia.

Tabla 76 Índices de biodiversidad de fitoplancton cuantitativo de la zona blanco

No.	Estación	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Simpson	Pielou
1	B-M-02	0.77	0.30	0.17	0.44
2	B-M-03	NA	NA	NA	NA
3	B-M-05	NA	NA	NA	NA
4	B-M-06	NA	0.69	0.50	1
5	B-M-10	2.31	1.33	0.69	0.83
6	B-M-11	2.49	1.09	0.58	0.79
7	B-M-14	3.16	1.67	0.72	0.67
8	B-M-15	3.26	2.00	0.85	0.91
9	B-ZI-07	4.81	2.22	0.87	0.93
10	B-ZI-08	NA	NA	NA	NA
11	B-ZI-09	1.96	0.50	0.32	0.72
12	B-ZI-12	3.65	2.07	0.82	0.81
13	B-ZI-13	3.32	1.23	0.60	0.76

Nota: Los valores más altos se señalan en verde; mientras que los más bajos se señalan en azul

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

Al analizar los resultados del índice de Jaccard, la mayoría de las estaciones son parecidas entre sí, los valores más altos van desde 0.82 a 1. La estación que tiene mayor similitud con el resto de las estaciones en la B-M-03 que alcanzó un valor de 1 en la interacción con el resto de las estaciones lo que quiere decir tienen diversas especies en común (Tabla 77). Le sigue la estación B-M-05 que tiene una similitud de 1 con nueve estaciones y una similitud menor con las estaciones B-M-11, B-M-10 y B-M-06. El resto de las especies, aunque tiene una similitud menor a 1 con otras especies, esta similitud no es menor a 0.75, de hecho este es el valor menor en el índice y se registró entre las estaciones B-M-06 y B-M-05; B-M-10 y B-M-11; BM-15 y B-M-14; Bm-10 y B-ZI-09; B-ZI-13 y B-ZI-07 y finalmente entre las estaciones B-ZI-09 y B-ZI-08.

Tabla 77 Índice de Jaccard de fitoplancton cuantitativo para la zona blanco

	B-M-02	B-M-03	B-M-05	B-M-06	B-M-10	B-M-11	B-M-14	B-M-15	B-ZI-07	B-ZI-08	B-ZI-09	B-ZI-12	B-ZI-13
B-M-02	0	1	1	1	0.96	0.95	0.99	1	0.97	1	1	1	1
B-M-03	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B-M-05	1	1	0	0.75	0.82	0.92	1	1	1	1	1	1	1
B-M-06	1	1	0.75	0	0.88	0.80	1	0.97	0.96	1	1	0.99	0.91
B-M-10	0.96	1	0.82	0.88	0	0.77	0.99	0.98	0.83	0.85	0.78	0.92	0.96
B-M-11	0.95	1	0.92	0.80	0.77	0	1	0.98	0.90	1	1	0.98	0.95
B-M-14	0.99	1	1	1	0.99	1	0	0.75	0.97	0.99	0.99	0.97	0.99
B-M-15	1	1	1	0.97	0.98	0.98	0.75	0	0.98	1	1	0.96	0.98
B-ZI-07	0.97	1	1	0.96	0.83	0.90	0.97	0.98	0	0.91	0.88	0.86	0.74
B-ZI-08	1	1	1	1	0.85	1	0.99	1	0.91	0	0.71	0.89	1
B-ZI-09	1	1	1	1	0.78	1	0.99	1	0.88	0.71	0	0.95	1
B-ZI-12	1	1	1	0.99	0.92	0.98	0.97	0.96	0.86	0.89	0.95	0	0.89
B-ZI-13	1	1	1	0.91	0.96	0.95	0.99	0.98	0.74	1	1	0.89	0

Nota: Los valores más bajos se señalan en azul

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

De acuerdo con su similitud, calculada con el índice de Bray-Curtis, las estaciones de la zona blanco se dividen en cuatro grupos (Figura 103). El primer grupo es el que alberga a la mayoría de las estaciones, en este grupo se encuentran las estaciones B-ZI-13, B-ZI-09, B-ZI-08, B-M-11, B-M-10, B-M-06, B-M-05 y B-M-02. El segundo grupo está conformado por dos estaciones, la estación B-M-14 y la estación B-ZI-12. En el tercer grupo se encuentra la estación B-M-15 y en el cuarto grupo la estación B-ZI-07.

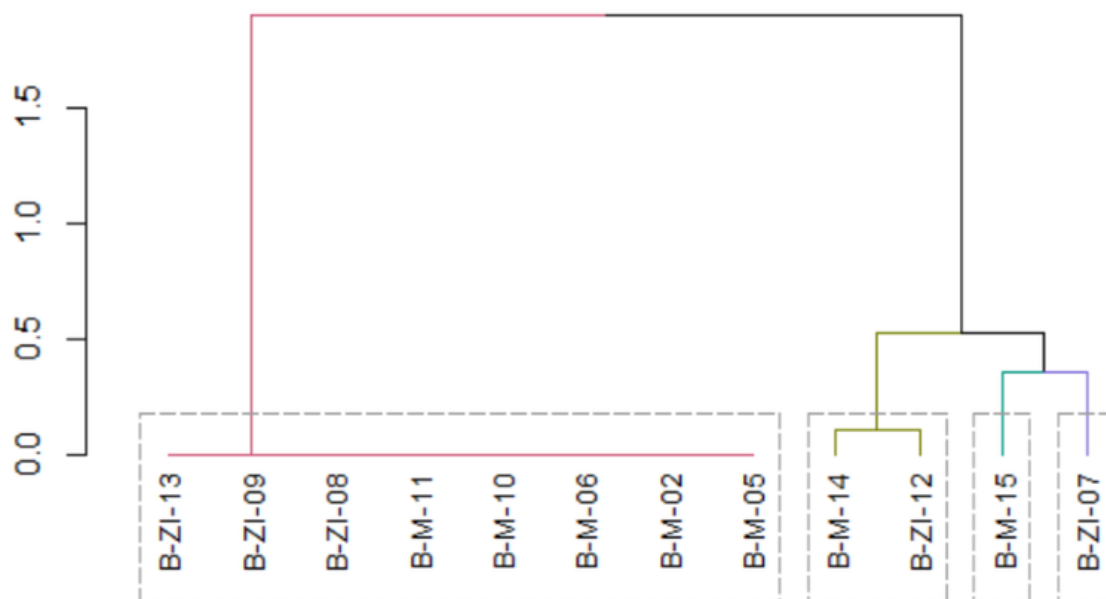


Figura 103 Índice de Bray-Curtis para la zona blanco.

Fuente: ERM, 2023

Correlación de la presencia de fitoplancton con variables físicoquímicas y ambientales

Para entender si la presencia del fitoplancton está relacionada con algún factor físicoquímico o ambiental se hizo una matriz de correlaciones, en la Figura 104 se muestran los valores de la correlación del coeficiente de Pearson entre estas variables. En esta matriz se consideraron factores como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad, turbidez, concentración de clorofila, concentración de arsénico, concentración de cadmio, concentración de plomo, concentración de mercurio y concentración de estaño. Aunque los valores fueron por debajo de 0,40, la riqueza del fitoplancton tuvo una correlación positiva con la abundancia (0.6), la saturación de oxígeno disuelto (0.36), el oxígeno disuelto (0.28), la turbidez (0.34) y una correlación negativa con la salinidad (-0.34) y la concentración de mercurio en la columna de agua (-0.25). En cuanto a la abundancia del fitoplancton, con valores por debajo de 0.40, tuvo una correlación positiva con la temperatura (0.28), la saturación de oxígeno disuelto (0.31), la conductividad (0.29) y la turbidez (0.33). Mientras que con otras variables tuvo una correlación negativa como con la salinidad (-0.39), la concentración de plomo en la columna de agua (-0.27) y con la concentración de estaño en la columna de agua (-0.34).

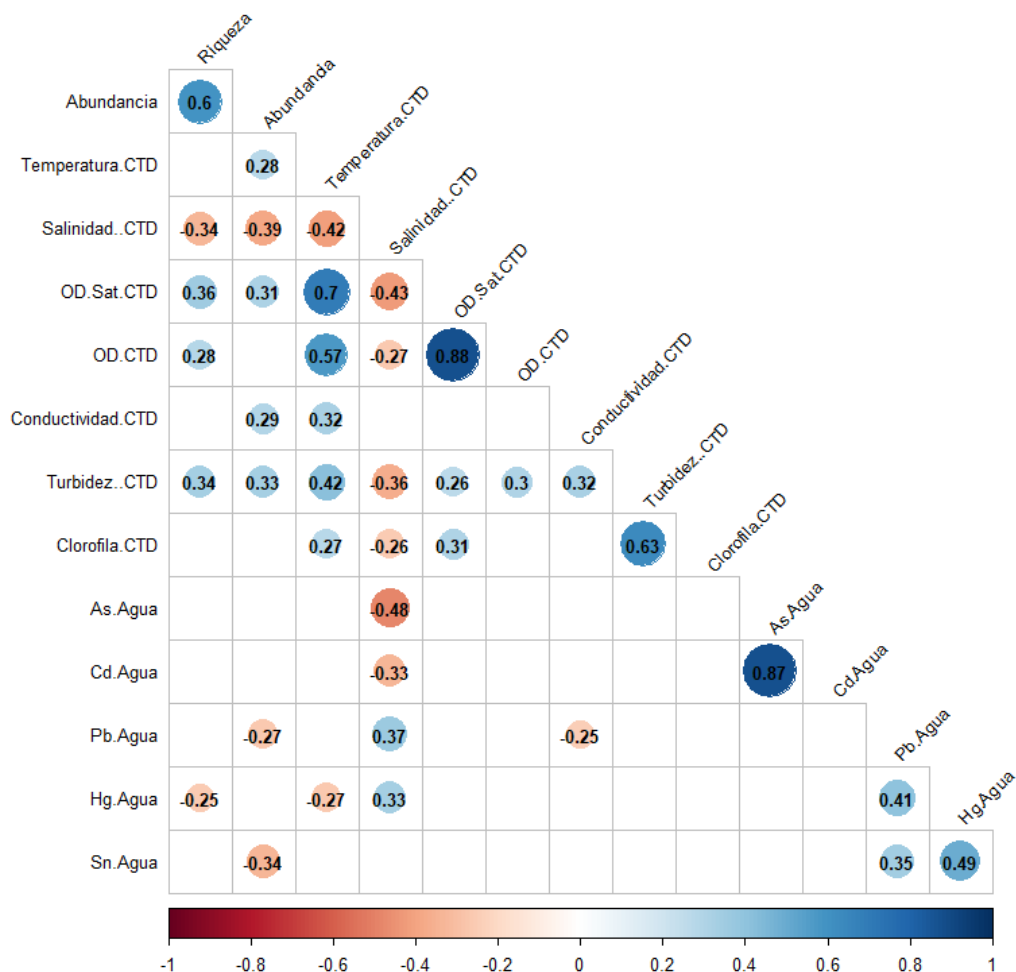


Figura 104 Correlación del fitoplancton con factores físicoquímicos y ambientales.

Fuente: ERM, 2023

7.2.1.2 Fitoplancton cualitativo

Para analizar el fitoplancton cualitativo se analizaron 54 estaciones de monitoreo que fueron divididas en 4 áreas: el área de monitoreo, el área del ZRA, el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores y la zona blanco. De las 54 estaciones muestreadas la que registró un mayor número de especies fue la ZM-20-03 con un registro de 43 especies, esta estación de monitoreo se ubica en la denominada área de monitoreo. Contrario a lo anterior la estación con un menor número de especies fue la B-M-03 con 10 especies reportadas, esta estación de monitoreo se ubica en la llamada zona blanco. De todas las estaciones analizadas el promedio de especies reportadas fue de 26 especies. Respecto a las especies encontradas, se registró la presencia de 88 especies diferentes en las 54 estaciones de monitoreo, las especies registradas con mayor frecuencia fueron: *Tripos furca*, registrada en 51 estaciones de monitoreo; *Plagiotropis* sp., registrada en 49 estaciones; *Pleurosigma* sp. y *Thalassionema nitzschioides* registrada en 48 estaciones de monitoreo; *Odontella aurita* registrada en 43 estaciones y *Gyrodinium* sp. registrada en 41 de las 54 estaciones de monitoreo. Por otro lado, las especies menos frecuentes fueron *Cyclotella* sp., *Prorocentrum* sp. y *Thalassiosira mendiolana*, que se registraron sólo en una de las estaciones de monitoreo. A continuación, se detalla por área el número de especies registradas por estación, así como las especies más frecuentes en cada una de las áreas.

Área de monitoreo

El área de monitoreo está integrada por 27 estaciones (Tabla 78), los resultados por cada estación pueden consultarse en el Anexo 7. La estación en la que se registró el mayor número de especies fue la estación ZM-20-03 con un total de 43 especies registradas, mientras que la estación ZM-20-72 fue la que registró un menor número con 14 especies. La segunda estación con más especies fue la estación ZM-30-80 con 40 especies, le sigue la estación ZM-50-07 con 37 especies, la estación ZM-10-82 con 34 especies. Entre las estaciones que tuvieron un rango de entre 20 y 30 especies se encuentran la estación ZM-20-50 con 29 especies, las estaciones ZM-10-79 y ZM-50-55 con 29 especies, las estaciones ZM-10-79 y ZM-50-55 con 28 especies, las estaciones ZM-15-01, ZM-20-74, ZM-50-73 y ZM-50-78 con 27 especies, las estaciones ZM-20-61 y ZM-50-75 con 23 especies, la estación ZM-10-58 con 22 especies, la estación ZM-50-48 con 21 especies y las estaciones ZM-10-63, ZM-20-57 y ZM-30-70 con 20 especies. Las estaciones con menos de 20 especies registradas fueron la ZM-10-52 con 19 especies, la estación ZM-30-54 con 17 especies, las estaciones ZM-10-85 y ZM-30-68 con 16 especies, las estaciones ZM-20-69, ZM-30-59 y ZM-50-65 con 15 especies y la estación ZM-20-72 con 14 especies. Las 80 especies registradas en la zona de monitoreo corresponden a 45 géneros, 36 familias, seis clases y 25 órdenes. Las clases con mayor representación son Dinophyceae con 44%, Bacillariophyceae con 22% y Mediophyceae con 19% (Fuente: ERM, 2023

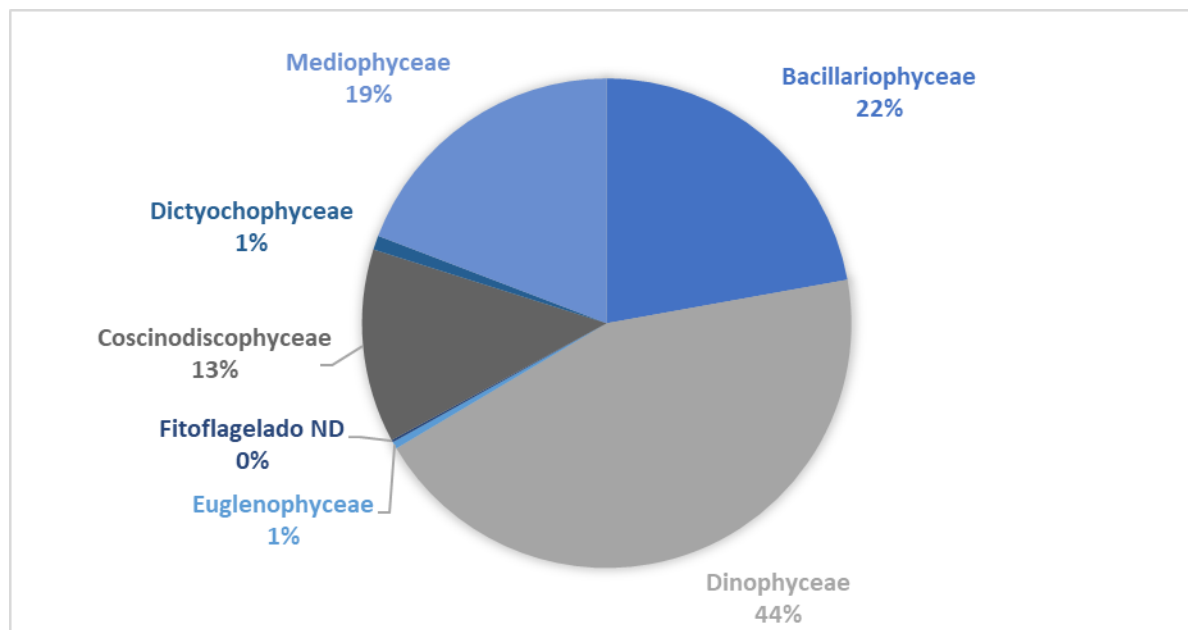
Figura 105).

Tabla 78 Riqueza de fitoplancton cualitativo para el área de monitoreo

No.	Estación	Riqueza	No.	Estación	Riqueza
1	ZM-10-52	19	15	ZM-30-41	19
2	ZM-10-58	22	16	ZM-30-54	17
3	ZM-10-63	20	17	ZM-30-59	15
4	ZM-10-79	28	18	ZM-30-68	16
5	ZM-10-82	34	19	ZM-30-70	20
6	ZM-10-85	16	20	ZM-30-80	40
7	ZM-15-01	27	21	ZM-50-07	37
8	ZM-20-03	43	22	ZM-50-48	21
9	ZM-20-50	29	23	ZM-50-55	28
10	ZM-20-57	20	24	ZM-50-65	15
11	ZM-20-61	23	25	ZM-50-73	27
12	ZM-20-69	15	26	ZM-50-78	27
13	ZM-20-72	14	27	ZM-50-75	23
14	ZM-20-74	27			

Nota: Se marca en verde la estación con más especies registradas.

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 105 Clases de fitoplancton cualitativo registradas en la zona de monitoreo.

En el área de monitoreo se registró la presencia de 80 especies diferentes, sin embargo la más frecuente fue la especie *Triplos furca* que se registró en las 27 estaciones que integran el área de monitoreo (Tabla 79). La segunda especie más frecuente fue *Coscinodiscus sp.* que se registró en casi todas las estaciones de monitoreo menos en la ZM-10-85. Las especies que estuvieron presentes en más de 20 de los sitios de monitoreo fueron *Plagiotropis sp.* y *Pleurosigma sp.* registradas en 25 estaciones de monitoreo, *Thalassionema nitzschioides* registrada en 23 estaciones, *Odontella aurita* que se registró en 21 estaciones de monitoreo y *Gyrodinium sp.* que fue registrada en 20 de las 27 estaciones de monitoreo. Las especies registradas en menos de los 20 sitios de monitoreo fueron: *Gyrodinium spirale* y *Preperidinium meunieri* registradas en 19 estaciones; *Pseudo-nitzschia pungens*, *Triplos muelleri* y *Protoperidinium pellucidum* registradas en 17 estaciones y la especie *Lithodesmium undulatum* que sólo fue registrada en 16 de las 27 estaciones de monitoreo. El listado completo de las especies registradas en cada una de las estaciones puede ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Tabla 79 Presencia de especies de fitoplancton cualitativo del área de monitoreo

No.	Especie	Estaciones																									Total		
		ZM-10-52	ZM-10-58	ZM-10-63	ZM-10-79	ZM-10-82	ZM-10-85	ZM-15-01	ZM-20-03	ZM-20-50	ZM-20-57	ZM-20-61	ZM-20-69	ZM-20-72	ZM-20-74	ZM-30-41	ZM-30-54	ZM-30-59	ZM-30-68	ZM-30-70	ZM-30-80	ZM-50-07	ZM-50-48	ZM-50-55	ZM-50-65	ZM-50-73		ZM-50-78	ZM-50-75
1	<i>Coscinodiscus sp.</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	26
2	<i>Gyrodinium sp.</i>	X	X			X	X	X	X	X		X			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	20	
3	<i>Gyrodinium spirale</i>			X		X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		X	X		X	19	
4	<i>Lithodesmium undulatum</i>	X	X	X		X		X	X		X	X		X	X	X		X		X			X	X				16	
5	<i>Pleurosigma sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	25	
6	<i>Odontella aurita</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X		X	21
7	<i>Plagiotropis sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	25	
8	<i>Preperidinium meunieri</i>		X		X	X		X	X		X	X	X	X		X	X		X	X	X		X		X	X	X	19	
9	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	X	X	X			X		X	X	X				X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		17	
10	<i>Protoperidinium pellucidum</i>		X	X	X	X		X	X		X	X		X	X						X	X	X		X	X	X	17	
11	<i>Thalassionema nitzschioides</i>		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	23	
12	<i>Tripos furca</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	27	
13	<i>Tripos muelleri</i>			X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X				17	

Nota: Se marca en negritas la especie más frecuente.

Fuente: ERM, 2023

Área del ZRA y RNSIIPG – Grupo Pescadores

El área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores está compuesta por 19 estaciones, los resultados por estación pueden consultarse en el Anexo 7. En estas estaciones se encontró una riqueza promedio de 27.15, con un valor mayor de 35 especies registradas en la estación ZM-30-23 y un valor mínimo de 17 especies registrado en la estación GP-50-69 (Tabla 80).

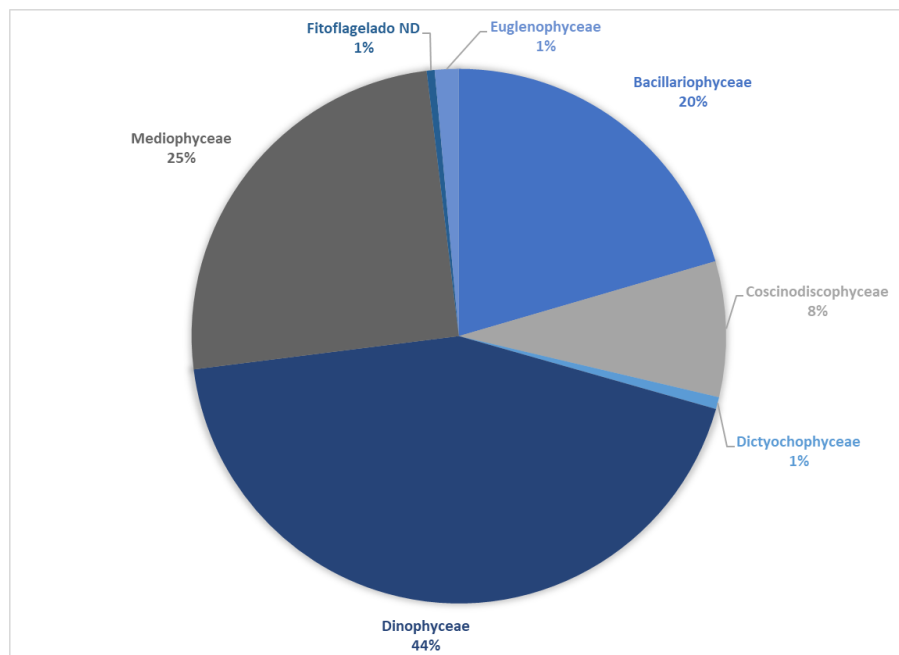
Tabla 80 Riqueza de fitoplancton cualitativo del área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

No.	Estación	Riqueza	No.	Estación	Riqueza
1	ZM-50-09	32	11	GP-50-52	25
2	ZM-30-26	33	12	GP-50-31	22
3	ZM-30-23	35	13	GP-50-11	23
4	ZM-30-18	34	14	GP-50-03	27
5	ZM-30-08	29	15	GP-30-98	20
6	ZM-20-22	26	16	GP-30-87	31
7	ZM-10-24	28	17	GP-30-162	22
8	ZM-10-20	35	18	GP-30-146	24
9	ZM-10-19	30	19	GP-30-123	23
10	GP-50-69	17			

Fuente: ERM, 2023

Respecto a las especies registradas, se encontró que las más frecuentes fueron las especies de la clase Dinophyceae (44%), seguidas de las especies de la clase Mediophyceae (25%) y de las especies de la clase Bacillariophyceae (20%; Fuente: ERM, 2023

Figura 106). Las especies con mayor frecuencia fueron las especies *Plagiotropis* sp., *Pleurosigma* sp. y *Tripos furca* que fueron registradas en todas las estaciones. A estas especies le siguieron en importancia de frecuencia las especies *Thalassionema nitzschioides* y *Gyrodinium* sp. Por otro lado tal como se aprecia en la Tabla 81, la especies menos frecuentes se registraron en solo cuatro de las 19 estaciones, estas especies fueron: *Gyrodinium spirale*, *Licmophora abbreviata*, *Protoperidinium depressum* y *Protoperidinium obtusum*. El listado completo de las especies registradas en cada una de las estaciones puede ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton; mientras que el catálogo fotográfico de estas especies puede consultarse en el Anexo 10.



Fuente: ERM, 2023

Figura 106 Clases de fitoplancton cualitativo registrados en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Tabla 81 Presencia de especies de fitoplancton cualitativo en el área del ZRA

	ZM-50-09	ZM-30-26	ZM-30-23	ZM-30-18	ZM-30-08	ZM-20-22	ZM-10-24	ZM-10-20	ZM-10-19	GP-50-69	GP-50-52	GP-50-31	GP-50-11	GP-50-03	GP-30-98	GP-30-87	GP-30-162	GP-30-146	GP-30-123	TOTAL	
<i>Amphora sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	17
<i>Chaetoceros didymus</i>		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
<i>Coscinodiscus sp.</i>	X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	14
<i>Cylindrotheca closterium</i>			X			X	X	X	X												5
<i>Dinophysis acuminata</i>		X	X			X	X	X	X												6
<i>Eucampia zodiacus</i>		X	X				X	X	X												5
<i>Gyrodinium sp.</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18
<i>Gyrodinium spirale</i>			X			X		X	X												4
<i>Licmophora abbreviata</i>						X	X	X	X												4
<i>Leptocylindrus danicus</i>		X	X			X	X	X													5

	ZM-50-09	ZM-30-26	ZM-30-23	ZM-30-18	ZM-30-08	ZM-20-22	ZM-10-24	ZM-10-20	ZM-10-19	GP-50-69	GP-50-52	GP-50-31	GP-50-11	GP-50-03	GP-30-98	GP-30-87	GP-30-162	GP-30-146	GP-30-123	TOTAL
<i>Lithodesmium undulatum</i>	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X		14
<i>Odontella aurita</i>		X	X			X	X	X	X											6
<i>Plagiotropis sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
<i>Pleurosigma sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19
<i>Polykrikos sp.</i>		X	X				X	X	X											5
<i>Preperidinium meunieri</i>		X	X			X	X	X	X											6
<i>Protoperidinium conicum</i>		X	X				X	X	X											5
<i>Protoperidinium depressum</i>		X	X				X		X											4
<i>Prorocentrum gracile</i>	X			X							X	X		X	X	X	X	X	X	10
<i>Protoperidinium obtusum</i>		X	X				X	X												4
<i>Protoperidinium pellucidum</i>		X	X			X	X	X	X											6
<i>Skeletonema costatum</i>	X			X						X	X		X	X	X	X	X	X	X	11
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	16
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	18
<i>Thalassiosira sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X		16
<i>Tripos muelleri</i>	X			X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13
<i>Tripos furca</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19

Nota: Se marca en verde las especies más frecuentes.

Fuente: ERM, 2023

Zona blanco

De acuerdo con los análisis realizados, de las ocho estaciones correspondientes a la zona blanco la estación con un mayor número de especies registradas fue la estación B-M-10 con 37 especies, seguida de la estación B-M-11 con 35 especies y las estaciones B-M-14 y B-M-06, ambas con 31 especies registradas (Tabla 82). A estas estaciones le siguen la B-M-15 con 30 especies, la B-M-05 con 29 especies, la B-M-02 con 18 especies y finalmente la estación B-M-03 es donde se registró la presencia de 10 especies. Los resultados para cada una de las estaciones pueden ser consultados en el Anexo 7. Respecto a las especies registradas en la zona, se encontró la presencia de 69 especies que corresponden a 41 géneros, 31 familias, 6 clases y 23 órdenes. De las clases registradas la más

frecuente fue Mediophyceae con una representación del 30%, seguida de Dinophyceae con el 29 % y Bacillariophyceae con 22% (Fuente: ERM, 2023

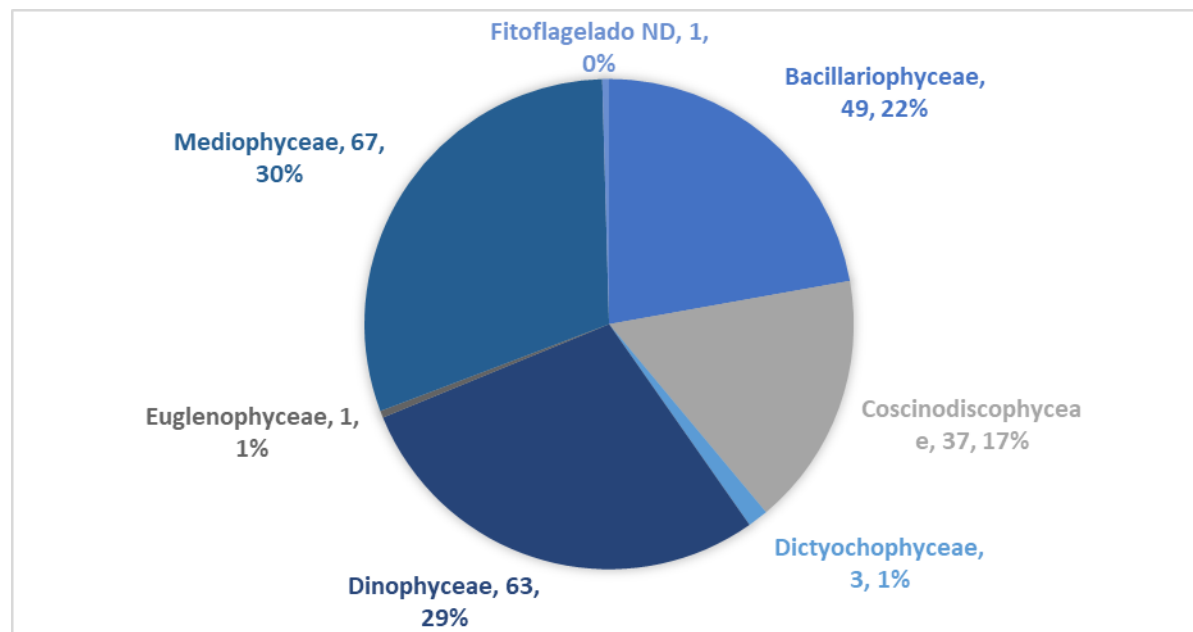
Figura 107). El listado completo de las especies registradas en cada una de las estaciones puede ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Tabla 82 Riqueza de fitoplancton cualitativo en la zona blanco

No.	Estación	Riqueza
1	B-M-02	18
2	B-M-03	10
3	B-M-05	29
4	B-M-06	31
5	B-M-11	35
6	B-M-14	31
7	B-M-15	30
8	B-M-10	37

Nota: Los valores más altos se marcan en verde y los menores en azul.

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 107 Clases de fitoplancton cualitativo registradas en la zona blanco

En cuanto a la especies registradas, en la zona blanco se registró la presencia de 69 especies, la especie más frecuente fue *Odontella aurita* que se registró en todas las estaciones de la zona blanco (Tabla 83). A esta especie le siguen nueve especies como las más frecuentes, la especie *Chaetoceros lorenzianus* se registró en siete de las estaciones, pero estuvo ausente en la estación B-M-05. La especie *Coscinodiscus sp.* se registró en casi todas las estaciones salvo en la B-M-15, registrando así una frecuencia de siete.

Por su lado la especie *Lithodesmium undulatum* solo estuvo ausente en la estación B-M-15 por lo que su frecuencia también fue de siete. La especie *Thalassionema nitzschioides* se registró en siete de las ocho estaciones, excepto por la estación B-M-03 en la que no fue registrada. Asimismo, se registró la presencia de las especies *Actinopterychus senarius*, *Preperidinium meunieri*, *Pseudo-nitzschia pungens* y *Thalassionema frauenfeldii* en seis de las ocho estaciones que conforman el área del ZRA. El listado completo de las especies registradas en cada una de las estaciones puede ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Tabla 83 Presencia de especies de fitoplancton cualitativo en la zona blanco

No.	Especie	Estaciones								Total
		B-M-02	B-M-03	B-M-05	B-M-06	B-M-11	B-M-14	B-M-15	B-M-10	
1	<i>Actinopterychus senarius</i>	X	X	X	X			X	X	6
2	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	X		X		X	X	X	X	6
3	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	X	X		X	X	X	X	X	7
4	<i>Coscinodiscus sp.</i>	X	X	X	X	X	X		X	7
5	<i>Lithodesmium undulatum</i>	X	X	X	X	X	X		X	7
6	<i>Odontella aurita</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	8
7	<i>Preperidinium meunieri</i>			X	X	X	X	X	X	6
8	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	X	X			X	X	X	X	6
9	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	X	X	X			X	X	X	6
10	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X		X	X	X	X	X	X	7

Nota: Se marca en negritas la especie más frecuente.

Fuente: ERM, 2023

7.2.1.3 Zooplancton

El zooplancton está constituido por una gran diversidad de organismos heterótrofos, que corresponden tanto a consumidores primarios como secundarios. Estos organismos corresponden a diferentes estadios de vida, que se desplazan verticalmente en la columna de agua buscando mejores condiciones de luz, disponibilidad de alimento y reproducción (Cifuentes-Lemus et al., 1987; Gasca-Serrano & Suárez-Morales, 1996). Al igual que el fitoplancton es una de las comunidades basales de la red trófica marina por sus atributos en el flujo de energía y CO₂, ya que es un enlace entre los productor primario y niveles superiores en la cadena trófica, al ser el alimento principal de diversos depredadores (Giraldo & Gutiérrez, 2007; Johnson & Allen, 2012). Se trata de una comunidad importante en la tanto en la transferencia de

carbono a las cadenas tróficas marinas, como en el flujo vertical de este elemento en la columna de agua, ya que lo depositan en el fondo marino (Inda-Díaz et al., 2013; Brierley, 2017).

Si bien dentro del zooplancton están representados todos los grupos de animales marinos, como crustáceos, moluscos y otros invertebrados, entre los más numerosos se encuentran los copépodos, cladóceros, ostrácodos, eufáusidos y anfípodos, además de larvas de decápodos. También son notables otros invertebrados como las apendicularias, los quetognatos, las medusas, los ctenóforos y los poliquetos o gusanos de mar (Cifuentes et al., 2003; Richardson, 2008). En la zona de estudio predominan el copépodo *Acartia tonsa*, nauplios de calanoideos y la especie *Centropages brachiatus*, así como otras especies de crustáceos, cordados, moluscos, equinodermos, cnidarios y briozoos. Sin embargo, la composición y distribución espacial del zooplancton en una zona específica está determinada el patrón de circulación de las corrientes locales y regionales, esto permite identificar a algunos organismos indicadores de diferentes masas de aguas con características físicas y químicas únicas (Clark et al., 2001). Asimismo, esta comunidad presenta variaciones temporales que están influenciadas por factores abióticos como la turbulencia, el oleaje, la temperatura, la intensidad de la luz, la profundidad y la cantidad de oxígeno disuelto.

El zooplancton, específicamente la productividad secundaria zooplanctónica (biomasa) y sus atributos comunitarios han sido utilizados como bioindicadores para evaluar la calidad ambiental (Bratkovich, 1988; Suthers & Rissik, 2009). Lo anterior se debe a varios factores: el primero es que al estar constituido en su mayoría por estados larvarios, el zooplancton es sensible a los cambios ambientales ya que su estructura, composición, distribución y abundancia están determinadas por las condiciones hidrológicas y ambientales de la zona (Gasca-Serrano & Suárez-Morales, 1996; Mcleod et al., 2010; Chiba et al., 2018). El segundo factor es que al ser organismos pequeños con ciclos de vida corto, de horas o días, es posible monitorear los cambios en cortos intervalos de tiempo por su rápida respuesta a las condiciones hidrológicas y ambientales (Gasca-Serrano & Suárez-Morales, 1996; Alvarez-Cadena et al., 2007). El tercer factor está relacionado con su posición en la red trófica ya que es un regulador entre las especies top-down y los factores bottom-up, por lo que proporciona información del control de los sistemas descendentes y ascendentes y su impacto en la productividad primaria marina (Jeppesen et al., 2011). Para el análisis de este componente se realizó un monitoreo en tres zonas diferentes: el área de monitores, la zona del ZRA y RNSIIPG – Grupo Pescadores y la zona blanco. Para consultar más detalles sobre la planificación de este monitoreo puede consultarse el Anexo 2. Asimismo pueden consultarse las cadenas de custodia de campo en el Anexo 4 y el fotolog de los trabajos de campo en el Anexo 5.

Área de monitoreo

Riqueza y abundancia

Para el análisis del zooplancton se tomaron encuentra 31 estaciones de monitoreo, los resultados para cada una de las estaciones pueden consultarse en el Anexo 7. En lo que se refiere a la riqueza se encontró que en la estación ZM-10-85 se registraron 38 especies, a esta estación le sigue la ZM-10-52 con 33 especies, la estación ZM-50-55 con 15 especies y la ZM-30-54 con 13 especies. El resto de las estaciones presento valores por debajo de 10. De las 31 estaciones que integran el área, en 17 estaciones no se registró ninguna especie, por lo que su valor de riqueza y abundancia es cero (Tabla 84). En cuanto a la abundancia, el valor más alto fue de 9 Org/L y se registró en la estación ZM-10-85. A esta estación le sigue la ZM-50-55 con un valor de 5 Org/L y las estaciones ZM-10-52, ZM-10-58 y ZM-30-54 todas con un valor de 4 Org/L.

Tabla 84 Riqueza y abundancia de zooplancton en el área de monitoreo

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Org/L)
1	ZM-10-52	33	4
2	ZM-10-58	5	4
3	ZM-10-63	5	3
4	ZM-10-79	0	0
5	ZM-10-82	0	0
6	ZM-10-85	38	9
7	ZM-15-01	0	0
8	ZM-20-03	0	0
9	ZM-20-10	1	1
10	ZM-20-43	0	0
11	ZM-20-50	0	0
12	ZM-20-57	2	2
13	ZM-20-61	3	2
14	ZM-20-69	0	0
15	ZM-20-72	0	0
16	ZM-20-74	0	0

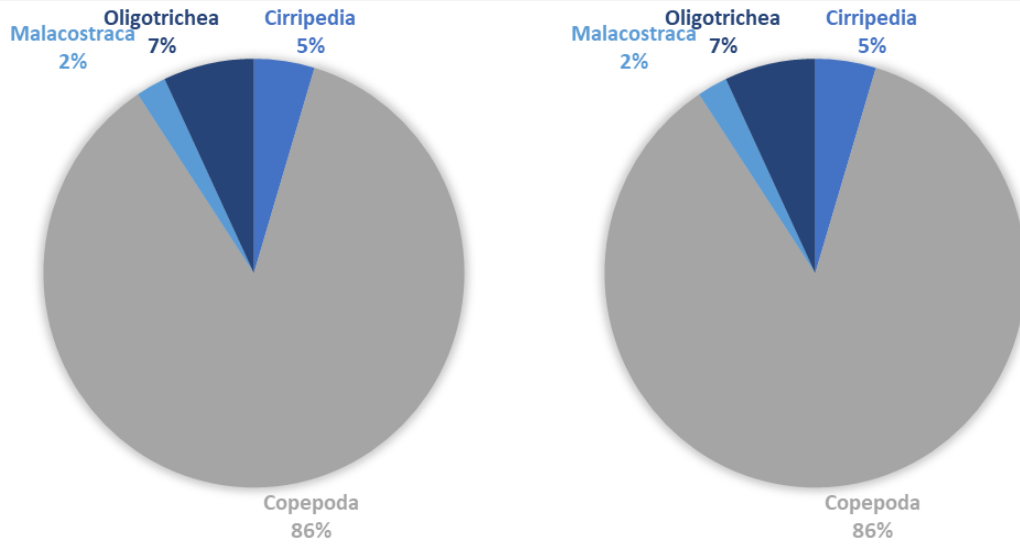
No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Org/L)
17	ZM-30-41	6	2
18	ZM-30-54	13	4
19	ZM-30-59	3	3
20	ZM-30-68	0	0
21	ZM-30-70	0	0
22	ZM-30-80	2	2
23	ZM-50-07	0	0
24	ZM-50-27	0	0
25	ZM-50-45	1	1
26	ZM-50-48	0	0
27	ZM-50-55	15	5
28	ZM-50-65	1	1
29	ZM-50-73	0	0
30	ZM-50-75	0	0
31	ZM-50-78	0	0

Nota: Se marca en verde los valores mayores de riqueza y abundancia

Fuente: ERM, 2023

En la zona de monitoreo se registraron 12 taxas que pertenecen a 8 géneros diferentes, 10 familias, seis clases y cuatro órdenes. De estos taxas los más frecuentes fueron los del orden Copepoda con una representación del 86%, seguidos de los taxas del orden Oligotrichea (7%), los del orden Cirripedia (5%) y los del orden Malacostraca (2%). En cuanto a la abundancia, los taxa más abundantes pertenecen al orden Copepoda (93%), seguidas de las especies del orden Oligotrichea (4%), las del orden Cirriperia (2%) y las del orden Malacostraca (1%; Fuente: ERM, 2023

Figura 108). De las especies registradas la más frecuente y abundante fue el copépodo *Acartia tonsa*. En la Figura 109 puede verse la riqueza y abundancias registradas para cada estación, asimismo este mapa puede ser consultado en el Anexo 12.



Fuente: ERM, 2023

Figura 108 Especies con mayor frecuencia (izq.) y abundancia (der.) en el área de monitoreo.

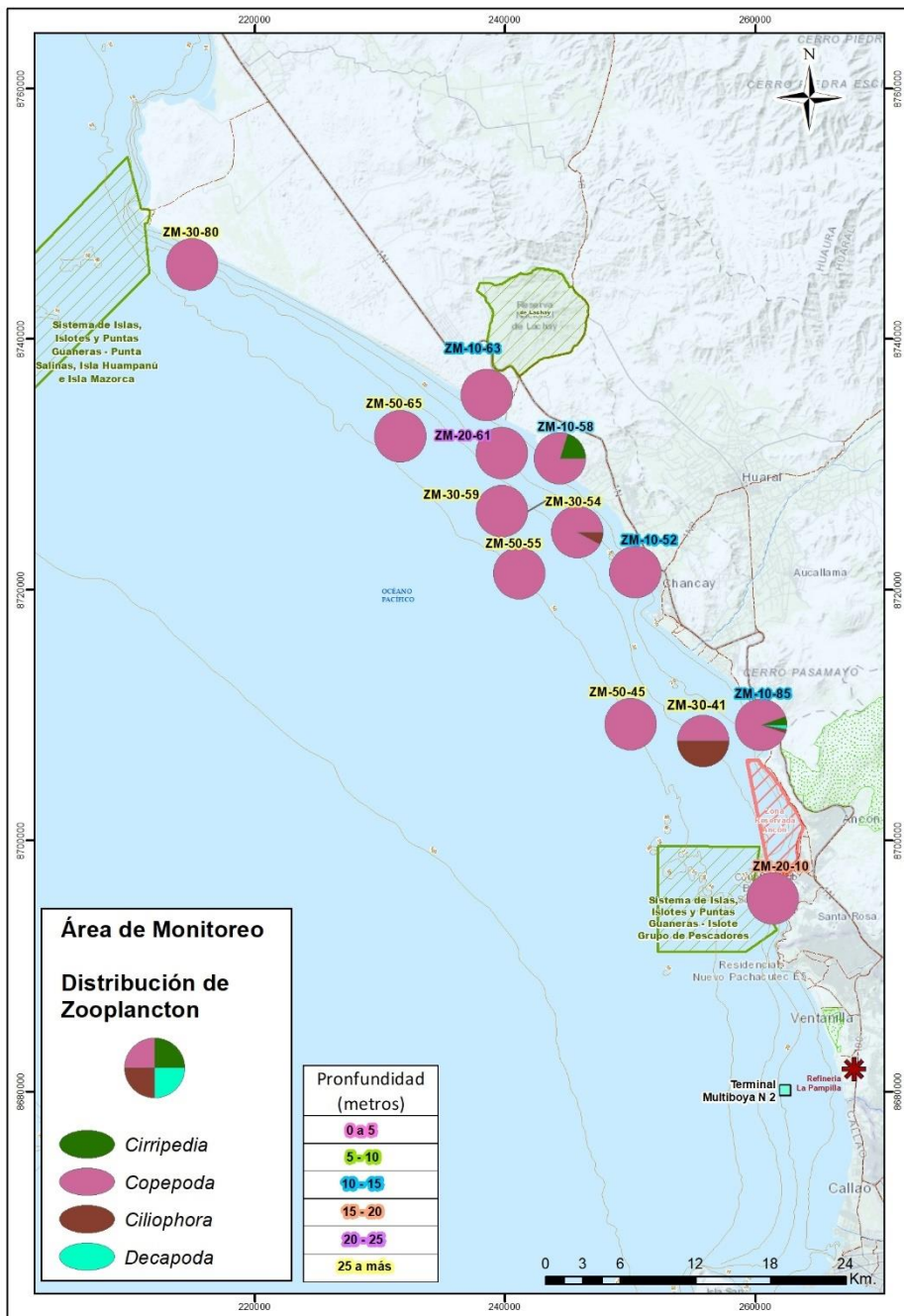


Figura 109 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área de monitoreo.

Fuente: ERM, 2023

Índices de Diversidad

Se analizaron cuatro índices de biodiversidad: el índice de riqueza de Margalef, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de equidad de Pielou y el índice de dominancia de Simpson. Para el índice de riqueza de Margalef el valor promedio fue de 0.55 con un valor máximo de 2.20 en la estación ZM-10-85 y un valor mínimo de cero registrado en 18 estaciones en las que no se registró ninguna especie. Para la diversidad, el índice de Shannon-Wiener tuvo un valor promedio de 0.39 Bits/ind, con un valor máximo de

1.74 Bits/ind en la estación ZM-10-85 y un valor mínimo de cero en las estaciones en las que no se registró ninguna especie. En cuanto al índice de Pielou, el valor promedio fue de 0.38, con un valor máximo de 0.96 en las estaciones ZM-10-58 y ZM-10-63 y un mínimo de cero en las estaciones en las que no se registraron especies. Finalmente para el índice de dominancia de Simpson, el valor promedio fue de 0.76, con un valor máximo de 0.78 en la estación ZM-10-85 y un valor mínimo de cero en las estaciones sin especies (Tabla 85). De acuerdo con los índices de biodiversidad la estación ZM-10-85 es un sitio con una riqueza normal, una biodiversidad baja, con una alta probabilidad de que todas las especies tengan la misma abundancia y una alta probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie.

Tabla 85 Índices de biodiversidad de zooplancton para el área de monitoreo

No.	Estación	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZM-10-52	0.86	1.22	0.88	0.66
2	ZM-10-58	1.86	1.33	0.96	0.72
3	ZM-10-63	1.24	1.05	0.96	0.64
4	ZM-10-79	0	0	0	0
5	ZM-10-82	0	0	0	0
6	ZM-10-85	2.20	1.74	0.79	0.78
7	ZM-15-01	0	0	0	0
8	ZM-20-03	0	0	0	0
9	ZM-20-10	NA	0	NA	0
10	ZM-20-43	0	0	0	0
11	ZM-20-50	0	0	0	0
12	ZM-20-57	1.44	0.69	1	0.5
13	ZM-20-61	0.91	0.64	0.92	0.44
14	ZM-20-69	0	0	0	0
15	ZM-20-72	0	0	0	0
16	ZM-20-74	0	0	0	0
17	ZM-30-41	0.56	0.69	1	0.5
18	ZM-30-54	1.17	1.03	0.74	0.56
19	ZM-30-59	1.82	1.10	1	0.67
20	ZM-30-68	0	0	0	0
21	ZM-30-70	0	0	0	0
22	ZM-30-80	1.44	0.69	1	0.5
23	ZM-50-07	0	0	0	0
24	ZM-50-27	0	0	0	0
25	ZM-50-45	NA	0	NA	0
26	ZM-50-48	0	0	0	0
27	ZM-50-55	1.48	1.44	0.89	0
28	ZM-50-65	NA	0	NA	0
29	ZM-50-73	0	0	0	0
30	ZM-50-75	0	0	0	0
31	ZM-50-78	0	0	0	0

Nota: Los valores más altos se señalan en verde.

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

Al analizar la similitud entre estaciones con el índice de Jaccard se realizaron 930 comparaciones entre las diferentes estaciones monitoreo. Al realizar estas comparaciones se encontró que el 51.4% de las estaciones de monitoreo comparten una similitud de 1 con varias estaciones (Tabla 86). La estación con un mayor número de comparaciones con un valor de 1 fue la estación ZM-50-65 que comparte una alta similitud con 23 estaciones. Las estaciones que tuvieron una similitud de 1 con menos estaciones fueron: la estación ZM-10-79; la estación ZM-10-82; la estación ZM-15-01; la estación ZM-20-03; la estación ZM-20-50; la estación ZM-20-69; la estación ZM-20-72; la estación ZM-20-74; la estación ZM-30-68; la estación ZM-30-70; la estación ZM-50-07; la estación ZM-50-27; la estación ZM-50-45; la estación ZM-50-48; la estación ZM-50-73; la estación ZM-50-75 y la estación ZM-50-78. Con relación al resto de las comparaciones con un valor inferior a 1, se encontró que el 26.7% corresponden a comparaciones que no pudieron ser realizadas porque se trata de estaciones que no registraron especies. El 0.89% corresponde a comparaciones con un valor de similitud inferior a 0.5. En ese sentido la comparación que tuvo el menor valor del índice de Jaccard fue entre la estación ZM-20-57 y la estación ZM-30-59 con un índice de 0.33. Los valores del índice de Jaccard para cada una de las comparaciones pueden ser consultado en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Tabla 86 Índice de Jaccard de zooplancton para el área de monitoreo

No.	Estación	Similitudes	No.	Estación	Similitudes
1	ZM-10-52	17	17	ZM-30-41	17
2	ZM-10-58	16	18	ZM-30-54	17
3	ZM-10-63	16	19	ZM-30-59	17
4	ZM-10-79	14	20	ZM-30-68	14
5	ZM-10-82	14	21	ZM-30-70	14
6	ZM-10-85	16	22	ZM-30-80	16
7	ZM-15-01	14	23	ZM-50-07	14
8	ZM-20-03	14	24	ZM-50-27	14
9	ZM-20-10	17	25	ZM-50-45	17
10	ZM-20-43	14	26	ZM-50-48	14
11	ZM-20-50	14	27	ZM-50-55	16
12	ZM-20-57	17	28	ZM-50-65	23
13	ZM-20-61	16	29	ZM-50-73	14
14	ZM-20-69	14	30	ZM-50-75	14
15	ZM-20-72	14	31	ZM-50-78	14
16	ZM-20-74	14			

Nota: Los valores más altos se señalan en verde

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

Al analizar con el índice de Bray-Curtis la similitud entre estaciones que registraron especies, es decir 14 de las 31 estaciones, estas integraron tres grupos (Figura 110). En el primer grupo se encuentran la mayoría de las estaciones es decir las estaciones ZM-50-65, ZM-50-45, ZM-30-80, ZM-30-59, ZM-30-41, ZM-20-61, ZM-20-57, ZM-20-10, ZM-10-58, ZM-10-63. El segundo grupo está conformado por dos estaciones, estas estaciones son: ZM-30-54 y ZM-50-55. En el tercer grupo se encuentra la estación ZM-10-52 y en el cuarto grupo la estación ZM-10-85.

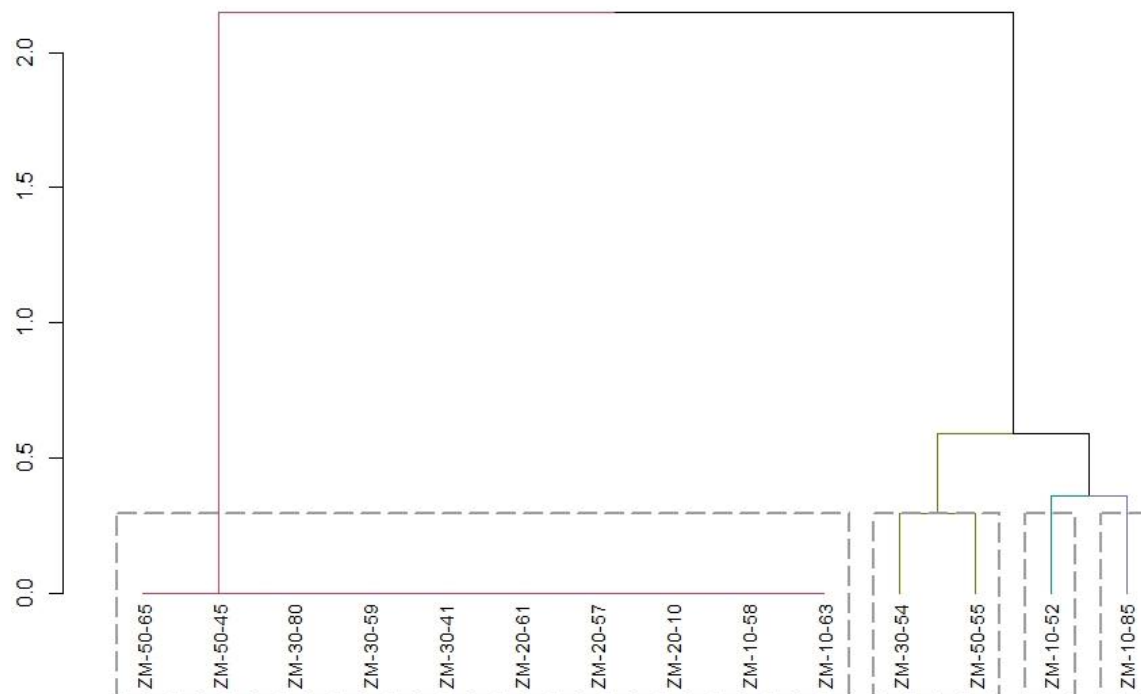


Figura 110 Índice de Bray-Curtis para el área de monitoreo.

Fuente: ERM, 2023

Área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Riqueza y abundancia

Esta área está integrada por 25 estaciones que corresponden al área del ZRA y al área de RNSIIPG – Grupo Pescadores, los resultados por estación pueden consultarse en el Anexo 7. De estas 25 estaciones sólo se registraron especies en diez estaciones (Tabla 87). La estación con un mayor número de especies fue la estación GP-30-87 con 15 especies; mientras que la estación con menor especies fue la GP-50-11 con dos especies. La segunda estación con mayor número de especies fue la GP-50-69 con nueve especies, seguida de la estación GP-30-146 con siete especies. Las estaciones GP-30-162 y GP-30-123, registraron 5 especies cada una; mientras que las estaciones GP-50-03 y GP-50-31 tuvieron un registro de cuatro especies y la estación GP-50-52 con tres especies. En cuanto a la abundancia la estación con

una mayor abundancia fue la GP-30-87 con 438.46 Org/L, seguida de la estación GP-50-31 con 188.57 Org/L; mientras que el valor mínimo fue de 1.15 Org/L y se registró en la estación GP-30-162.

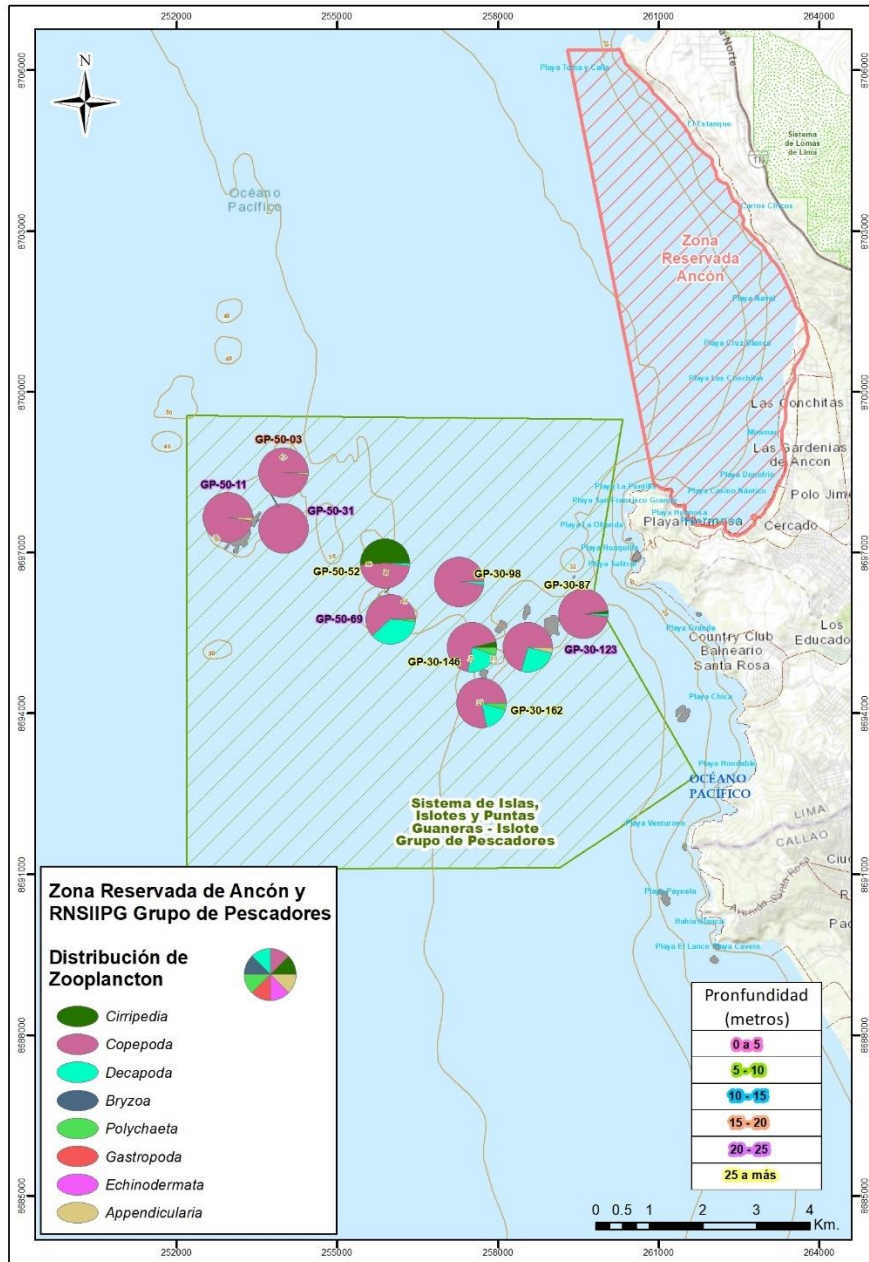
Tabla 87 Riqueza y abundancia de zooplancton en las áreas del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia (Org/L)	No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia (Org/L)
1	ZM-50-14	0	0	14	ZM-10-20	0	0
2	ZM-50-09	0	0	15	ZM-10-19	0	0
3	ZM-30-35	0	0	16	GP-50-69	9	14.91
4	ZM-30-26	0	0	17	GP-50-52	3	1.42
5	ZM-30-23	0	0	18	GP-50-31	5	190.53
6	ZM-30-18	0	0	19	GP-50-11	3	8.22
7	ZM-30-08	0	0	20	GP-50-03	5	54.11
8	ZM-20-36	0	0	21	GP-30-98	6	7.91
9	ZM-20-33	0	0	22	GP-30-87	15	438.46
10	ZM-20-28	0	0	23	GP-30-162	5	1.15
11	ZM-20-22	0	0	24	GP-30-146	7	2.69
12	ZM-10-34	0	0	25	GP-30-123	5	1.57
13	ZM-10-24	0	0				

Nota: Se marcan en verde los valores más altos.

Fuente: ERM, 2023

En cuanto a las especies registradas, se encontraron 18 taxones que pertenecen a las familias Spionidae, Acartiidae, Paracalanidae, Cyclopoida, Harpacticoida, Oithonidae, Caridea, Hippidae, Porcellanidae, Atelecyclidae, Pinnotheridae, Xanthidae, Centropagidae, Membraniporidae. Así como individuos de la subclase Cirripedia, de la clase Gastropoda y del phylum Echinodermada. La distribución de taxones registrados en las estaciones del área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores puede observarse en la Figura 111, asimismo este mapa puede ser consultado en el Anexo 12.



Nota: En el mapa solo se muestran las estaciones que registraron especies.

Fuente: ERM, 2023

Figura 111 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad calculados para conocer el estado de la comunidad zooplanctónica en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores fueron: el índice de riqueza de Margalef, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el índice de equidad de Pielou y el índice de dominancia de Simpson. Aunque estos índices se calcularon para todas las estaciones, sólo aquellas en las que se registraron especies dieron un resultado válido. Para el índice de Margalef el valor mayor fue de 28.62 en la estación GP-30-162 y un

valor menor de 0.48 en la estación GP-50-11. De las diez estaciones con registro de especies, sólo la GP-30-162, GP-30-123 y la GP-30-146 tuvieron valores por encima de cinco, por lo que son considerados como sitios con una alta riqueza de especies. Tres de las estaciones restantes, es decir las estaciones GP-30-87, GP-30-98 y GP-50-69 tienen valores para el índice de Margalef superiores a dos, lo que indica que se trata de sitios con una riqueza normal. Finalmente, las estaciones GP-50-52, GP-50-03, y GP-50-31 tuvieron valores por debajo de 2, lo que indica que se trata de sitios con pocas especies (Tabla 88).

Sobre el índice de diversidad de Shanon-Wiener se registró un valor mayor de 1.51 Bitd/ind en la estación GP-30-146 y un valor menor de 0.07 Bitd/ind en la estación GP-50-31. Todas las estaciones con especies registradas tuvieron resultados por debajo de 2 Bitd/ind, lo que indica que se trata de sitios con baja diversidad de especies. Respecto al índice de equidad de Pielou el valor mayor fue de 0.82 registrado en la estación GP-30-123 y un mínimo de 0.05 registrado en la estación GP-50-31. De las estaciones con especies registradas, seis de ellas tienen una probabilidad de superior a 0.5 de que todas las especies sean igual de abundantes; mientras que las cuatro restantes, tienen una probabilidad por debajo de 0.5. En cuanto al índice de dominancia, tuvo un valor mayor de 0.67 registrado en la estación GP-30-123 y un mínimo de 0.02 registrado en la estación GP-50-31. De las diez estaciones con registro de especies, seis estaciones tienen valores de dominancia por debajo de 0.5, que está relacionado con una baja probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie y por lo tanto mayor diversidad (Tabla 88).

Tabla 88 Índices de biodiversidad para zooplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZM-50-14	0	0	0	1
2	ZM-50-09	0	0	0	1
3	ZM-30-35	0	0	0	1
4	ZM-30-26	0	0	0	1
5	ZM-30-23	0	0	0	1
6	ZM-30-18	0	0	0	1
7	ZM-30-08	0	0	0	1
8	ZM-20-36	0	0	0	1
9	ZM-20-33	0	0	0	1
10	ZM-20-28	0	0	0	1
11	ZM-20-22	0	0	0	1
12	ZM-10-34	0	0	0	1
13	ZM-10-24	0	0	0	1
14	ZM-10-20	0	0	0	1
15	ZM-10-19	0	0	0	1
16	GP-50-69	2.96	1.28	0.58	0.65
17	GP-50-52	1.94	0.77	0.70	0.52
18	GP-50-31	0.57	0.07	0.05	0.02
19	GP-50-11	0.48	0.18	0.26	0.09
20	GP-50-03	0.73	0.85	0.61	0.47

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZM-50-14	0	0	0	1
2	ZM-50-09	0	0	0	1
3	ZM-30-35	0	0	0	1
4	ZM-30-26	0	0	0	1
5	ZM-30-23	0	0	0	1
6	ZM-30-18	0	0	0	1
7	ZM-30-08	0	0	0	1
8	ZM-20-36	0	0	0	1
9	ZM-20-33	0	0	0	1
10	ZM-20-28	0	0	0	1
11	ZM-20-22	0	0	0	1
12	ZM-10-34	0	0	0	1
13	ZM-10-24	0	0	0	1
14	ZM-10-20	0	0	0	1
15	ZM-10-19	0	0	0	1
221	GP-30-98	2.42	0.38	0.21	0.16
22	GP-30-87	2.30	1.01	0.37	0.49
23	GP-30-162	28.62	0.92	0.57	0.43
24	GP-30-146	6.06	1.51	0.77	0.71
25	GP-30-123	8.87	1.32	0.82	0.67

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

De acuerdo con el índice de similitud de Jaccard todas las estaciones tuvieron al menos 10 similitudes de un valor de 1 con otras estaciones (Tabla 89). Las comparaciones entre estaciones que tuvieron valores por debajo de 1, en su mayoría estuvieron por encima de 0,5. Los valores menores fueron: 0.47 entre las estaciones GP-30-162 y GP-30-123 y 0.19 entre las estaciones GP-50-11 y GP-30-98. Además de estos valores muchas comparaciones entre estaciones dieron como resultado NA, esto como resultado de la ausencia de especies en estas estaciones. Todas las comparaciones realizadas pueden ser consultadas en el Anexo 8 Plancton.

Tabla 89 Índice de Jaccard para zooplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

No.	Estaciones	Similitudes	No.	Estaciones	Riqueza
1	ZM-50-14	10	14	ZM-10-20	10
2	ZM-50-09	10	15	ZM-10-19	10
3	ZM-30-35	10	16	GP-50-69	15

No.	Estaciones	Similitudes
4	ZM-30-26	10
5	ZM-30-23	10
6	ZM-30-18	10
7	ZM-30-08	10
8	ZM-20-36	10
9	ZM-20-33	10
10	ZM-20-28	10
11	ZM-20-22	10
12	ZM-10-34	10
13	ZM-10-24	10

No.	Estaciones	Riqueza
17	GP-50-52	15
18	GP-50-31	15
19	GP-50-11	15
20	GP-50-03	15
21	GP-30-98	15
22	GP-30-87	15
23	GP-30-162	15
24	GP-30-146	15
25	GP-30-123	15

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

Para calcular la similitud entre estaciones con el índice de Bray-Curtis se consideraron solo las estaciones en las que se registraron especies. Al analizar estas estaciones se encontró que de acuerdo con su similitud las estaciones forman cuatro grupos. En el primer grupo se encuentra la estación GP-50-69, en el segundo grupo están la mayoría de las estaciones, es decir, las estaciones GP-30-123, GP-50-52, GP-30-98, GP-30-162, GP-50-31, GP-50-03 y GP-50-11. En el tercer grupo está la estación GP-30-146 y en el cuarto grupo la estación GP-30-87 (Figura 112).

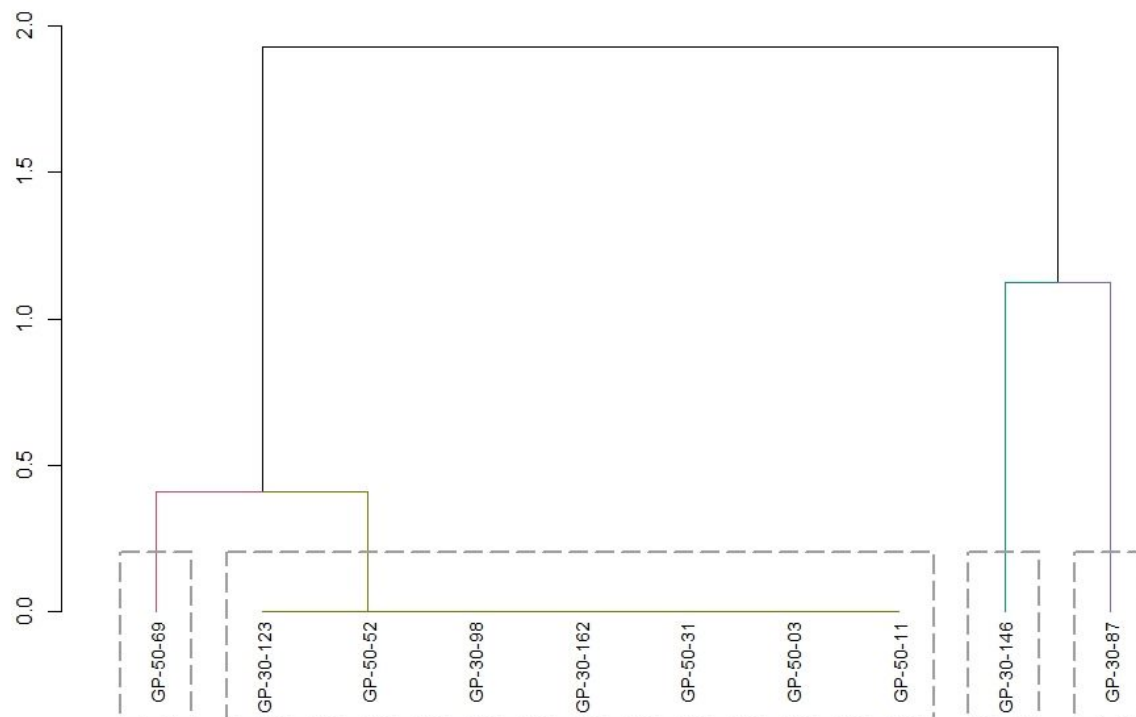


Figura 112 Índice de Bray-Curtis para el Área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Fuente: ERM, 2023

Zona Blanco

Riqueza y abundancia

Para el análisis del zooplancton se muestrearon ocho estaciones, los resultados por estacione pueden ser consultados en el Anexo 7. De estas estaciones la que presentó un mayor número de especies fueron las estaciones B-M-03; la estación B-M-14 y la estación B-M-15 todas con cuatro especies registradas (Tabla 90). El valor menor corresponde a las estaciones en las que no se registró ninguna especie como las estaciones: B-M-03, la estación B-M-05, la estación B-M-06, la estación B-M-10 y la estación B-M-11. En cuanto a la abundancia, la estación en la que se registró el mayor valor de abundancia fue la B-M-15 con un valor de 32 Org/L, seguida de la estación B-M-03 con 11 Org/L y la estación B-M-14 con 10 Org/L. Por otro lado, los valores menores de abundancia, exceptuando las estaciones en las que no se registraron especies, se registraron en las estaciones B-M-02 con un valor de 3 Org/L y a la estación B-M-02 con un valor de 3.67 Org/L. De los taxones registrados, fueron 12 pertenecientes a ocho géneros, 10 familias, seis clases y cuatro órdenes diferentes. De estos taxones los más frecuentes fueron los que pertenecen al orden Copepida (86%), seguidas de los del orden Oligotrichea (7%), los del orden Cirripedia (5%) y por último los del orden Malacostraca. En cuanto a la abundancia, los taxones más abundantes fueron los del orden Copepoda (93%), seguidas de los del orden Oligotrichea (4%), los del orden Cirripedia (2%) y los menos abundantes fueron del orden Malacostraca (1%; Fuente: ERM, 2023

Figura 113). De las siete especies registradas en la zona blanco, la más frecuente y abundante fue *Acartia tonsa*. A esta especie le siguieron en abundancia *Paracalanus parvus* y *Hemicyclops* sp. En la Fuente: ERM, 2023

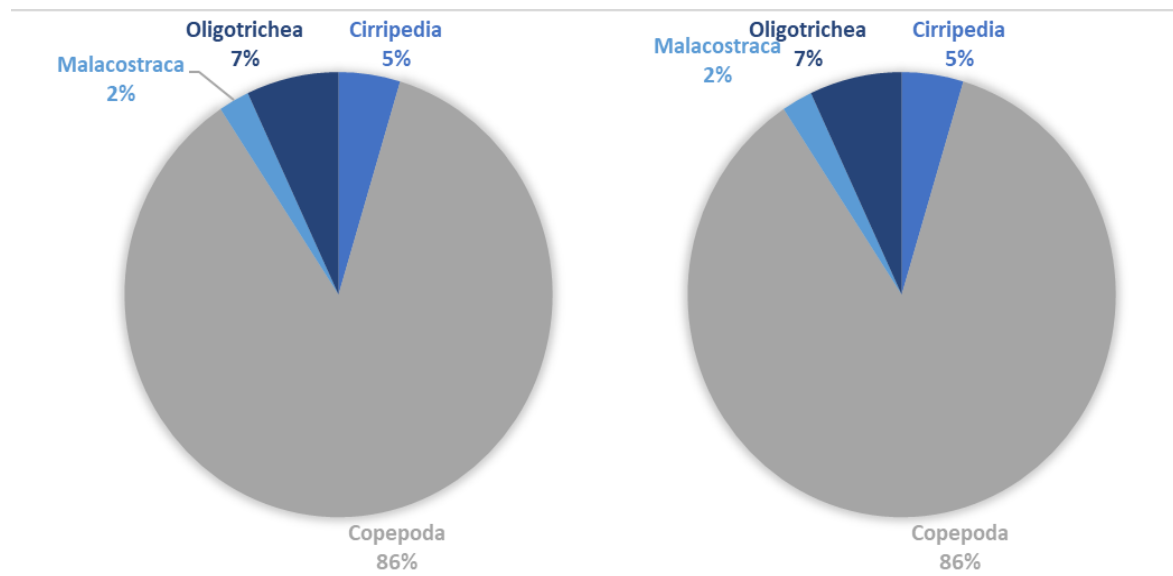
Figura 114 puede observarse por estación las especies registradas, asimismo este mapa puede ser consultado en el Anexo 12.

Tabla 90 Riqueza y abundancia de zooplancton en la zona blanco

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Org/L)
1	B-M-02	1	3
2	B-M-03	4	11
3	B-M-05	0	0
4	B-M-06	0	0
5	B-M-10	0	0
6	B-M-11	0	0
7	B-M-14	4	10
8	B-M-15	4	32

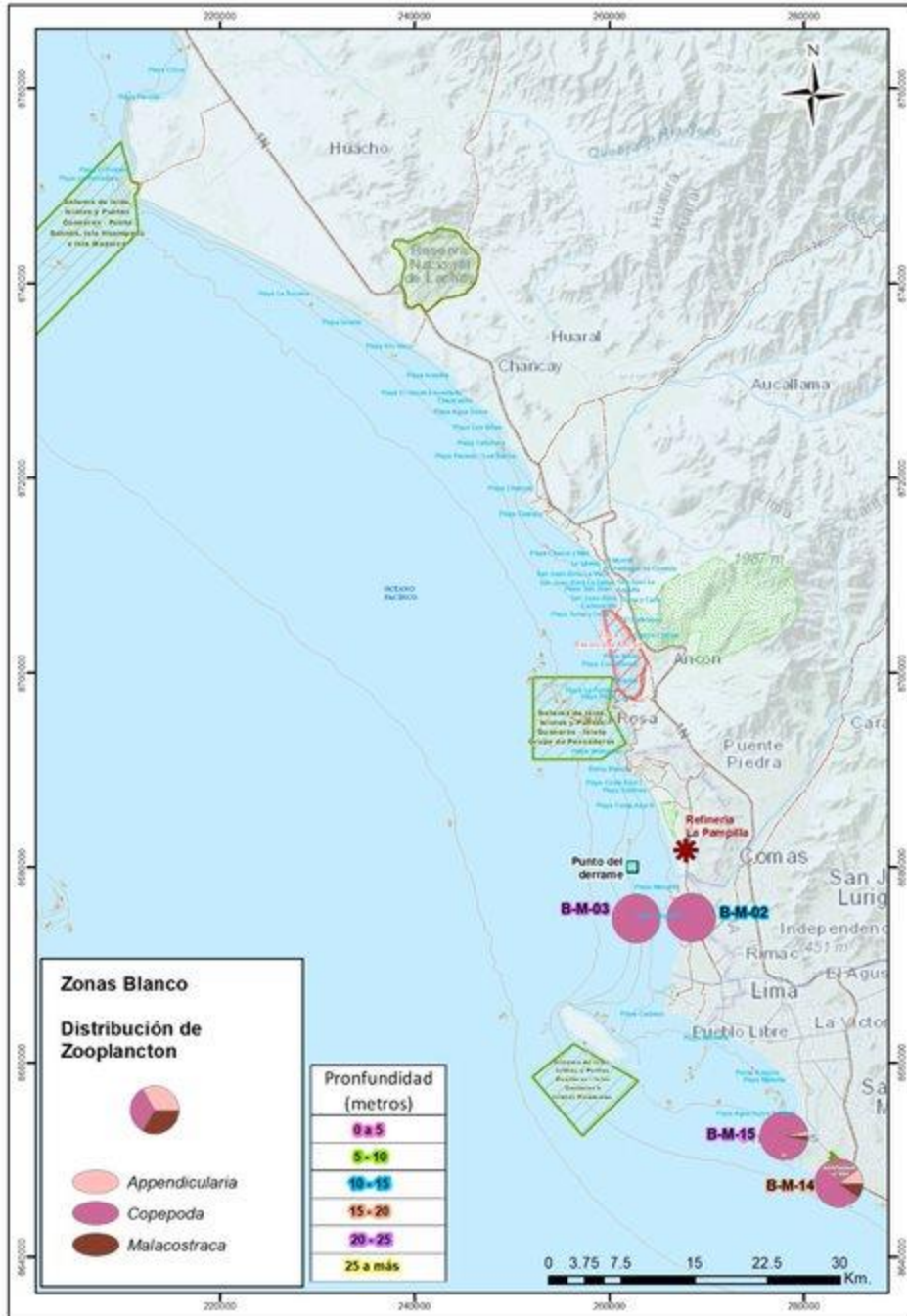
Nota: Los valores más altos se señalan en verde.

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 113 Especies de zooplancton registradas en la zona blanco.



Fuente: ERM, 2023

Figura 114 Distribución de la riqueza y abundancia de especies por estación en la zona blanco.

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad sólo pudieron ser calculados para tres de las ocho estaciones, es decir, en aquellas en las que se registró más de una especie. En la estación B-M-03 el índice de riqueza de Margalef fue de 1.25 indicando que se trata de un sitio con bajo número de especies; el índice de Shanon-Wiener tuvo un valor de 1.24 Bits/ind que nos indica una baja biodiversidad; el índice de equidad de Pielou fue de

0.89 que indica una alta probabilidad de que todas las especies tengan la misma abundancia y el índice de Simpson fue de 0.68 es decir una probabilidad media de que dos individuos al azar sean de la misma especie (Tabla 91). Para la estación B-M-14 el índice de Margalef fue de 1.30, el de Shannon Wiener de 1.09 Bits/ind, el de equidad de Pielou de 0.79 y el de Simpson de 0.58. Finalmente, para la estación B-M-15 el índice de Margalef fue de 1.30, el de diversidad de 1.09 Bits/ind., el índice de equidad de 0.79 y el de dominancia de 0.58. En los tres casos estos índices nos hablan de sitios con pocas especies y baja biodiversidad con una probabilidad de media a alta de que todas las especies tengan la misma abundancia y una probabilidad media de ser sitios menos diversos. El resto de las estaciones al no haber registrado ninguna especie tiene valores para los índices de cero y NA, salvo en el caso del índice de Simpson que por sus supuestos da como resultado uno aún en ausencia de especies.

Tabla 91 Índices de biodiversidad de zooplancton en la zona blanco

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	B-M-02	0	0	NA	0
2	B-M-03	1.25	1.24	0.89	0.68
3	B-M-05	0	0	0	1
4	B-M-06	0	0	0	1
5	B-M-10	0	0	0	1
6	B-M-11	0	0	0	1
7	B-M-14	1.30	1.09	0.79	0.58
8	B-M-15	0.87	0.82	0.59	0.46

Nota: Se marcan en verde los valores más altos

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

Para el índice de Jaccard a pesar de que la mayoría de las estaciones carece de especies se realizaron las comparaciones y se obtuvieron valores de NA, cero y uno debido a los supuestos del índice y a pesar de ser nulo el registro de especies. Las estaciones con una mayor similitud fueron las estaciones B-M-03 y la B-M-15 con un valor de 0.93, seguidas de la comparación entre las estaciones B-M-02 y B-M-15 con un 0.91 (Tabla 92).

Tabla 92 Índice de Jaccard para zooplancton en la zona blanco.

	B-M-02	B-M-03	B-M-05	B-M-06	B-M-10	B-M-11	B-M-14	B-M-15
B-M-02	0	0.73	1	1	1	1	0.70	0.91
B-M-03	0.73	0	1	1	1	1	0.83	0.93
B-M-05	1	1	0	NA	NA	NA	1	1
B-M-06	1	1	NA	0	NA	NA	1	1
B-M-10	1	1	NA	NA	0	NA	1	1

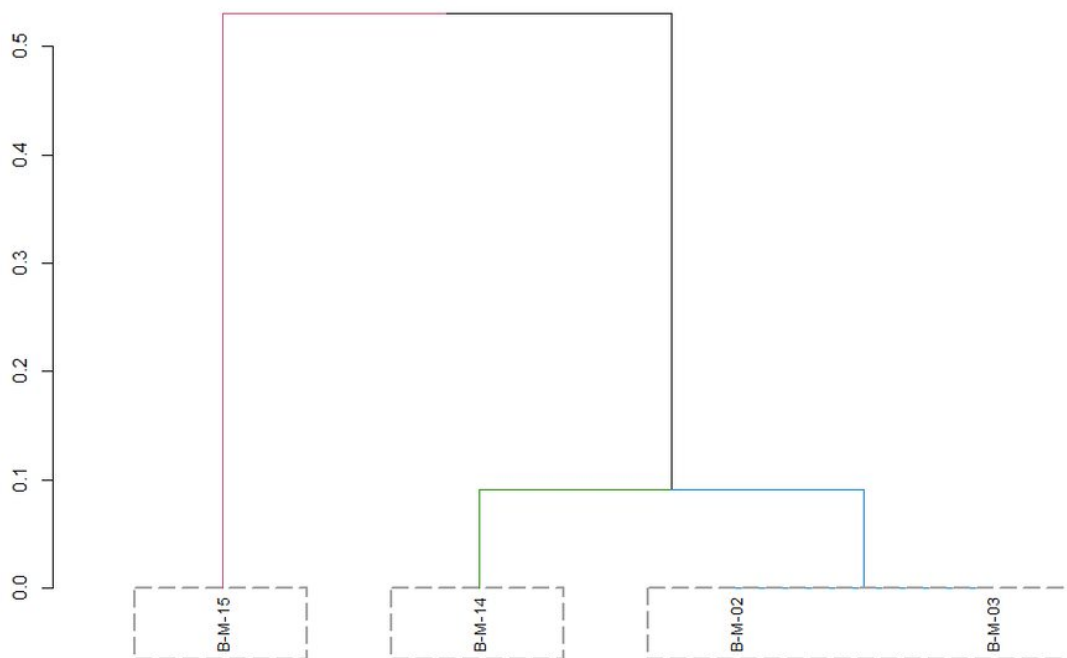
B-M-11	1	1	NA	NA	NA	0	1	1
B-M-14	0.70	0.83	1	1	1	1	0	0.76
B-M-15	0.91	0.93	1	1	1	1	0.76	0

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

Al analizar con el índice de Bray-Curtis la similitud entre estaciones que registraron especies, es decir en cuatro de las ocho estaciones, se encontró que las estaciones forman tres grupos (Fuente: ERM, 2023

Figura 115). En el primer grupo está la estación B-M-15. En el segundo grupo sólo se encuentra la estación B-M-14 y en el tercer grupo están las estaciones B-M-02 y B-M-03.



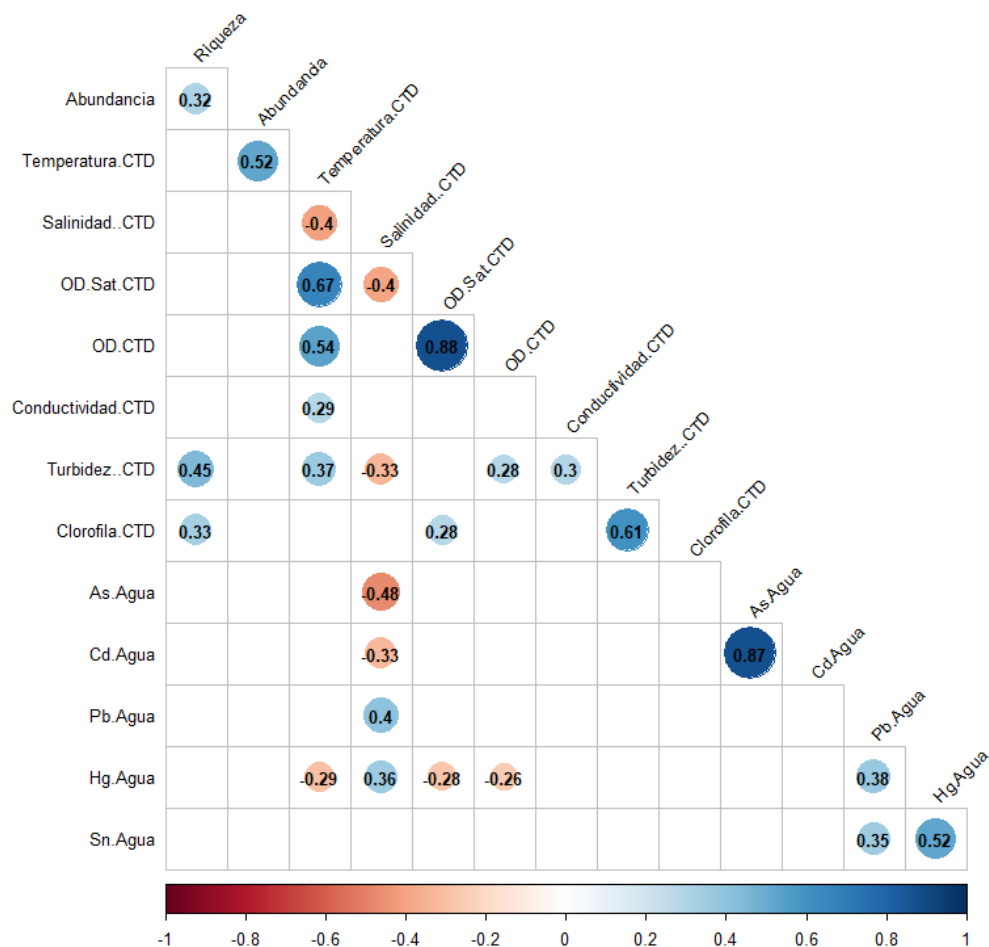
Fuente: ERM, 2023

Figura 115 Índice de Bray-Curtis para la zona blanco

1.1.1.1 Correlación de la presencia de zooplancton con variables físicoquímicas y ambientales

Para entender si la presencia del fitoplancton está relacionada con algún factor físicoquímico o ambiental se hizo una matriz de correlaciones. En esta matriz se consideraron factores como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad, turbidez, concentración de clorofila, concentración de arsénico, concentración de cadmio, concentración de plomo, concentración de mercurio y concentración de estaño. En la Fuente: ERM, 2023

Figura 116 se muestra que la presencia de zooplancton tuvo una correlación positiva con la abundancia (0.32), la turbidez (0.45) y con la concentración de clorofila (0.33). Mientras que la abundancia tuvo una correlación positiva solo con la temperatura de la columna de agua (0.52).



Fuente: ERM, 2023

Figura 116 Correlación de la presencia de zooplancton con variables fisicoquímicas y ambientales

7.2.1.4 Ictioplancton

Se conoce como ictioplancton a los huevos, larvas y post-larvas producto del desove de los peces. Al igual que el fitoplancton y el zooplancton su principal característica es que debido a su poco o nulo movimiento es desplazado de manera pasiva en la columna de agua y es hasta que completan su desarrollo a juveniles que pasan a la comunidad nectónica (Moser & Smith, 1993; Richards et al., 1993; Nelson et al., 2016). Al ser organismos en estadio larvario son más susceptibles a los cambios ambientales en la temperatura, la salinidad, a la cantidad de alimento disponible y a los patrones de circulación de corrientes marinas, por lo que pueden presentar grandes picos de mortalidad (Leiby, 1984; Moser & Smith, 1993; Espinosa-Fuentes & Flores-Coto, 2004; Flores-Coto et al., 2009). La distribución y abundancia del ictioplancton depende de varios factores como la sensibilidad a los cambios ambientales, variaciones en temperatura, cantidad de alimento disponible y patrones de circulación de las corrientes marinas (Leiby, 1984; Moser & Smith, 1993; Espinosa-Fuentes & Flores-Coto, 2004; Flores-Coto et al., 2009). Por lo que son utilizados como

bioindicadores, ya que mediante el estudio de las variaciones en esta comunidad es posible entender el deterioro de las áreas que estas especies habitan (Houde et al., 1979; Richards et al., 1993; Marancik et al., 2005).

Además de una inmensa cantidad de huevos y larvas de peces, en el ictioplancton también es posible encontrar otros cordados holoplanctones como las apendicularias, los pirocómidos, los sápidos y los doliólidos. En la zona de estudio el grupo más abundante está dominado por huevos y larvas de anchoveta *Engraulis ringens*, también es frecuente encontrar componentes de las familias Clupeidae, Carangidae, Scombridae, Merlucciidae y Myctophidae, aunque en menor número (Ion, 2010; GRC, 2013). Para el análisis de este componente se realizó un monitoreo en tres zonas diferentes: el área de monitores, la zona del ZRA y RNSIIPG – Grupo Pescadores y la zona blanco. Para consultar más detalles sobre la planificación de este monitoreo puede consultarse el Anexo 2. Asimismo, pueden consultarse las cadenas de custodia de campo en el Anexo 4 y el fotolog de los trabajos de campo en el Anexo 5.

Área de monitoreo

Riqueza y abundancia

Se muestrearon 30 estaciones para el análisis de ictioplancton, los resultados para cada una de las estaciones pueden ser consultados en el Anexo 7. De las estaciones del área de monitoreo, en siete se registró una especie (Tabla 93). De las 30 estaciones que conforman el área de monitoreo, en 23 no se registró ninguna especie de ictioplancton. Respecto a la abundancia, la estación en la que se registró un valor mayor fue en la estación ZM-10-85 con un registro de 6 Cél/ml. A esta estación le sigue la estación ZM-30-54 con 3 Cél/ml; la estación ZM-20-57 con 2 Cél/ml y las estaciones ZM-10-82, ZM-30-59, ZM-50-45 y ZM-50-48, todas con un registro de 1 Cél/ml. La especie registrada en el área de monitoreo pertenece a la familia Engraulidae. La abundancia registrada de esta especie en cada estación puede ser consultada en la Fuente: ERM, 2023

Figura 117.

Tabla 93 Riqueza y abundancia de ictioplancton en el área de monitoreo

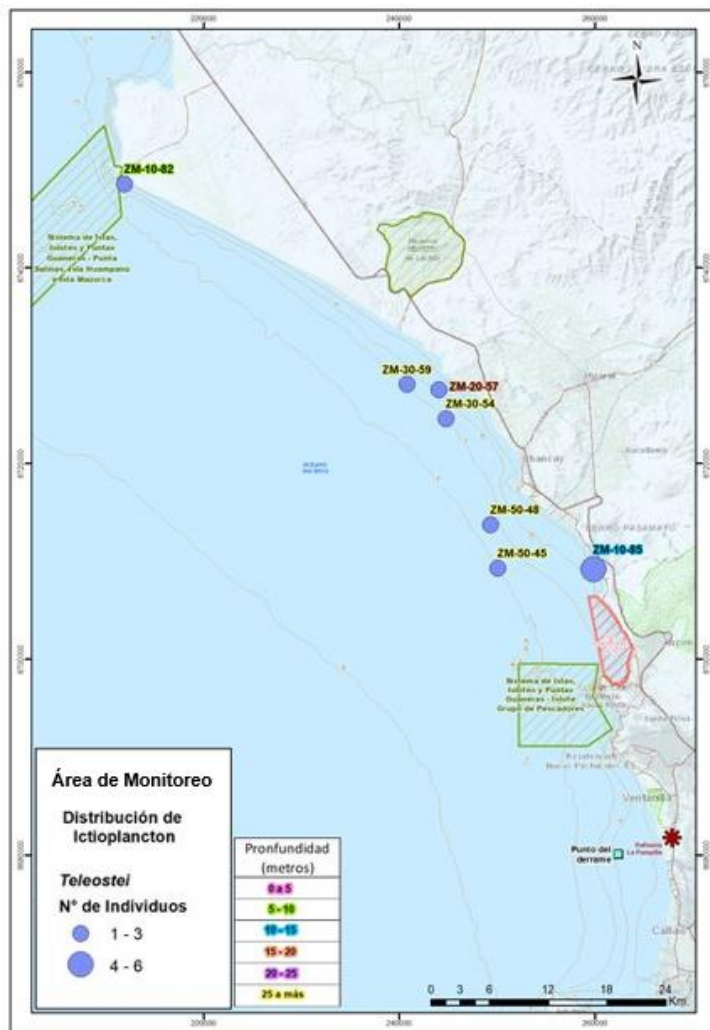
No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)	No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
1	ZM-10-52	0	0	16	ZM-20-74	0	0
2	ZM-10-58	0	0	17	ZM-30-41	0	0
3	ZM-10-63	0	0	18	ZM-30-54	1	3
4	ZM-10-79	0	0	19	ZM-30-59	1	1
5	ZM-10-82	1	1	20	ZM-30-68	0	0
6	ZM-10-85	1	6	21	ZM-30-70	0	0
7	ZM-15-01	0	0	22	ZM-30-80	0	0
8	ZM-20-03	0	0	23	ZM-50-07	0	0
9	ZM-20-10	0	0	24	ZM-50-45	1	1
10	ZM-20-43	0	0	25	ZM-50-48	1	1

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
11	ZM-20-50	0	0
12	ZM-20-57	1	2
13	ZM-20-61	0	0
14	ZM-20-69	0	0
15	ZM-20-72	0	0

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
26	ZM-50-55	0	0
27	ZM-50-65	0	0
28	ZM-50-73	0	0
29	ZM-50-75	0	0
30	ZM-50-78	0	0

Nota: Se marca en verde los valores mayores de riqueza y abundancia

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 117 Distribución de la abundancia de especies por estación en el área de monitoreo.

Índices de Diversidad

En cuanto a los índices de diversidad, dado que sólo se registró una especie todos los valores arrojan cero o NA, salvo el índice de Simpson que por sus supuestos da un valor de 1 (Tabla 94).

Tabla 94 Índices de biodiversidad de ictioplancton para el área de monitoreo

No.	Estación	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZM-10-52	0	0	0	1
2	ZM-10-58	0	0	0	1
3	ZM-10-63	0	0	0	1
4	ZM-10-79	0	0	0	1
5	ZM-10-82	NA	0	NA	0
6	ZM-10-85	0	0	NA	0
7	ZM-15-01	0	0	0	1
8	ZM-20-03	0	0	0	1
9	ZM-20-10	0	0	0	1
10	ZM-20-43	0	0	0	1
11	ZM-20-50	0	0	0	1
12	ZM-20-57	0	0	NA	0
13	ZM-20-61	0	0	0	1
14	ZM-20-69	0	0	0	1
15	ZM-20-72	0	0	0	1
16	ZM-20-74	0	0	0	1
17	ZM-30-41	0	0	0	1
18	ZM-30-54	0	0	NA	0
19	ZM-30-59	NA	0	NA	0
20	ZM-30-68	0	0	0	1
21	ZM-30-70	0	0	0	1
22	ZM-30-80	0	0	0	1
23	ZM-50-07	0	0	0	1
24	ZM-50-45	NA	0	NA	0
25	ZM-50-48	NA	0	NA	0
26	ZM-50-55	0	0	0	1
27	ZM-50-65	0	0	0	1
28	ZM-50-73	0	0	0	1
29	ZM-50-75	0	0	0	1
30	ZM-50-78	0	0	0	1

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

Ya que sólo se registró una especie en una sola estación no pudo calcularse el índice de Jaccard, ya que todos los valores en las comparaciones arrojan un valor NA. Los valores del índice de Jaccard para cada una de las comparaciones pueden ser consultados en el Anexo 8. Biológicos.

Índice de Bray-Curtis

Dado que no sólo se registró ninguna especie en el área del ZRA, no fue posible realizar el análisis con el índice de Bray-Curtis.

Área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Riqueza y abundancia

El área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores está conformada por 25 estaciones, de estas estaciones solo se registraron especies en tres estaciones (Tabla 95 y Fuente: ERM, 2023

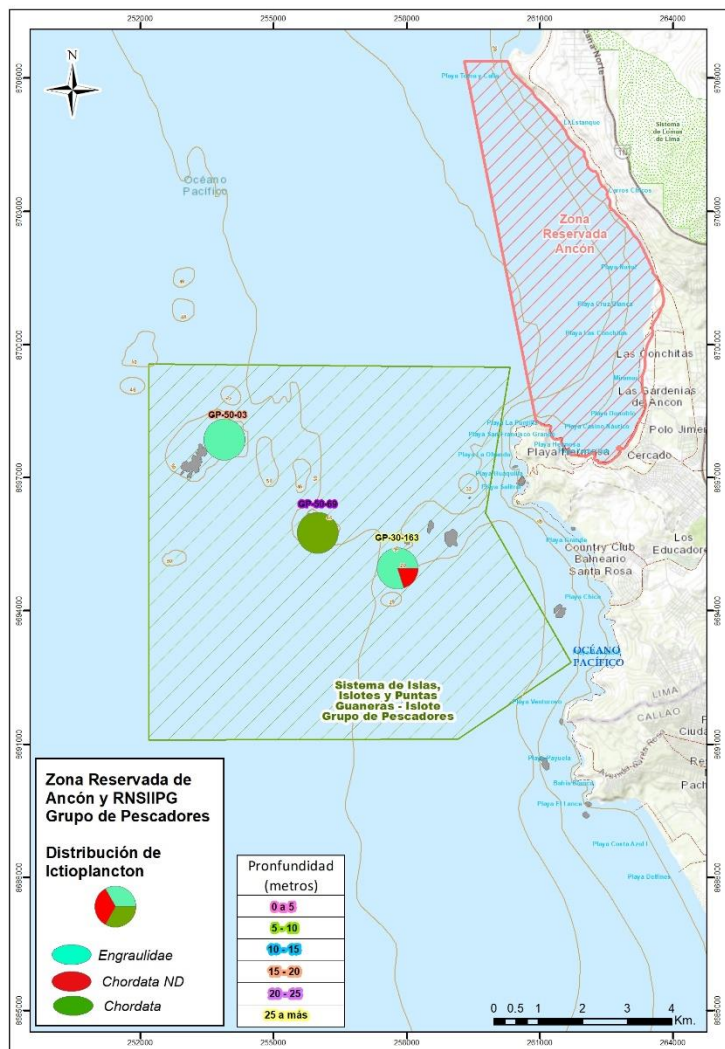
Figura 118), los resultados por estación pueden ser consultados en el Anexo 7. El mayor número de especies registradas fue de dos y se registró en la estación GP-30-146. A esta estación le siguen aquellas estaciones que registraron una especie, es decir las estaciones GP-50-69, GP-50-03. Respecto a la abundancia se registraron valores de 2.86 en la estación GP-50-03; de 0.25 en la estación GP-30-146 y de 0.06 en la estación GP-50-69.

Tabla 95 Riqueza y abundancia de ictioplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia	No.	Estaciones	Riqueza	Abundancia
1	ZM-50-14	0	0	14	ZM-10-20	0	0
2	ZM-50-09	0	0	15	ZM-10-19	0	0
3	ZM-30-35	0	0	16	GP-50-69	1	0.06
4	ZM-30-26	0	0	17	GP-50-52	0	0
5	ZM-30-23	0	0	18	GP-50-31	0	0
6	ZM-30-18	0	0	19	GP-50-11	0	0
7	ZM-30-08	0	0	20	GP-50-03	1	2.86
8	ZM-20-36	0	0	21	GP-30-98	0	0
9	ZM-20-33	0	0	22	GP-30-87	0	0
10	ZM-20-28	0	0	23	GP-30-162	0	0
11	ZM-20-22	0	0	24	GP-30-146	2	0.25
12	ZM-10-34	0	0	25	GP-30-123	0	0
13	ZM-10-24	0	0				

Nota: Se muestran en verde los valores más altos

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 118 Distribución del ictioplancton por estación en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Índices de Diversidad

Al registrarse solo una estación con más de dos especies, los índices de diversidad sólo dieron resultados para esta estación. (Tabla 96). De acuerdo con los resultados de los índices, la estación GP-30-146 fue la única con resultados para estos índices. De acuerdo con los resultados, los índices indican que se trata de una comunidad con baja diversidad, una alta probabilidad de que todas las especies tengan la misma abundancia y una baja probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie.

Tabla 96 Índices de biodiversidad para ictioplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	ZM-50-14	0	0	0	1
2	ZM-50-09	0	0	0	1

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
3	ZM-30-35	0	0	0	1
4	ZM-30-26	0	0	0	1
5	ZM-30-23	0	0	0	1
6	ZM-30-18	0	0	0	1
7	ZM-30-08	0	0	0	1
8	ZM-20-36	0	0	0	1
9	ZM-20-33	0	0	0	1
10	ZM-20-28	0	0	0	1
11	ZM-20-22	0	0	0	1
12	ZM-10-34	0	0	0	1
13	ZM-10-24	0	0	0	1
14	ZM-10-20	0	0	0	1
15	ZM-10-19	0	0	0	1
16	GP-50-69	0	0	NA	0
17	GP-50-52	0	0	0	1
18	GP-50-31	0	0	0	1
19	GP-50-11	0	0	0	1
20	GP-50-03	0	0	NA	0
21	GP-30-98	0	0	0	1
22	GP-30-87	0	0	0	1
23	GP-30-162	0	0	0	1
24	GP-30-146	NA	0.50	0.72	0.32
25	GP-30-123	0	0	0	1

Nota: Se marcan en verde los valores mayores.

Fuente: ERM, 2023

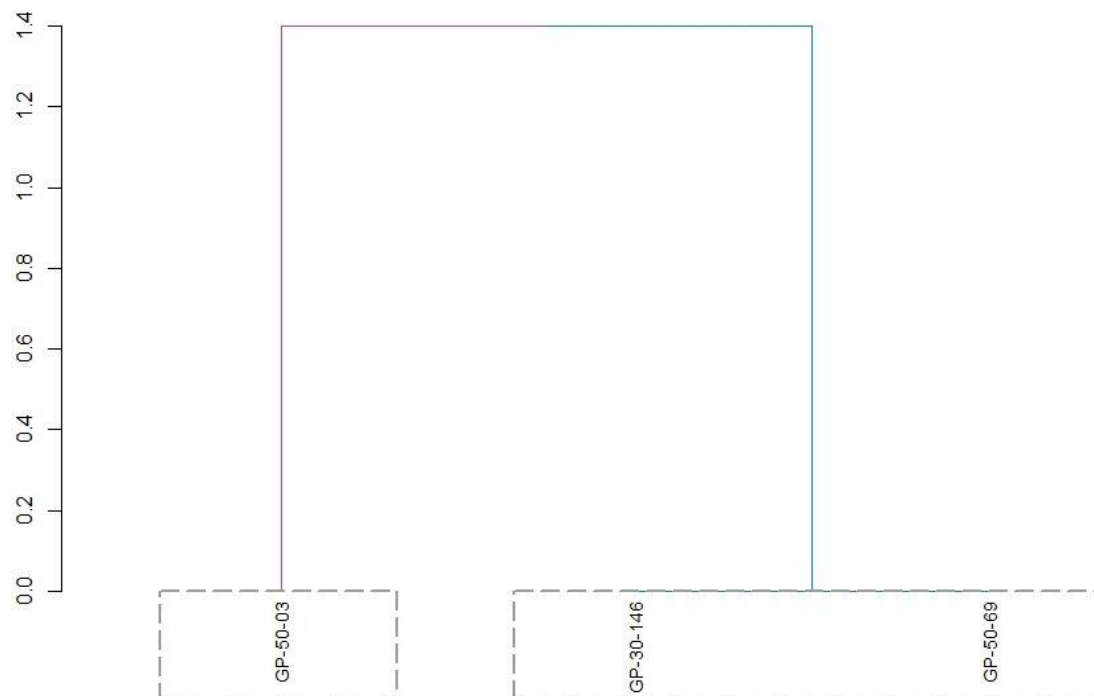
Índice de Jaccard

Dado que solo se registraron especies en dos estaciones, todos los datos comparativos con el resto de las estaciones dieron NA. El resultado de la comparación entre la estación GP-50-03 y GP-30-146 fue de 0.93. El cuadro con todas las comparaciones entre especies puede encontrarse en el Anexo 8. Biológicos/Plancton.

Índice de Bray-Curtis

Al realizar el análisis de similitud de Bray Curtis en las estaciones en las que se registró la presencia de especies, se encontró que estas estaciones forman dos grupos de acuerdo con su similitud (Fuente: ERM, 2023)

Figura 119). en el primer grupo se encuentra la estación GP-50-03, mientras que en el segundo grupo se encuentran las estaciones GP-30-146 y GP-50-69.



Fuente: ERM, 2023

Figura 119 Índice de Bray-Curtis para ictioplancton en el área del ZRA y de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Zona Blanco

Riqueza y abundancia

La zona blanco está conformada por siete estaciones, en estas estaciones la mayor riqueza fue de dos especies registrada en la estación B-M-14, seguida de las estaciones B-M-02 y B-M-15 ambas con el registro de una especie (Tabla 97), los resultados por estación pueden ser consultados en el Anexo 7. En cuanto a abundancia, mayor valor se registró en la estación B-M-14 con 210 Cél/ml, seguido de la estación B-M-15 en la que se registraron 152 Cél/ml y finalmente se encuentra la estación B-M-02 con 36 Cél/ml. En esta zona cuatro de las siete estaciones no registraron ninguna especie, por lo que su valor de riqueza y abundancia es cero. Las especies registradas fueron: una especie de la familia Engraulidae registrada en tres de las siete estaciones de monitoreo con un total de 389 individuos, lo que la hace la especie más frecuente y abundante, seguida de una especie del orden Teleostei. La abundancia registrada de estas especies puede ser consultada en la Fuente: ERM, 2023

Figura 120.

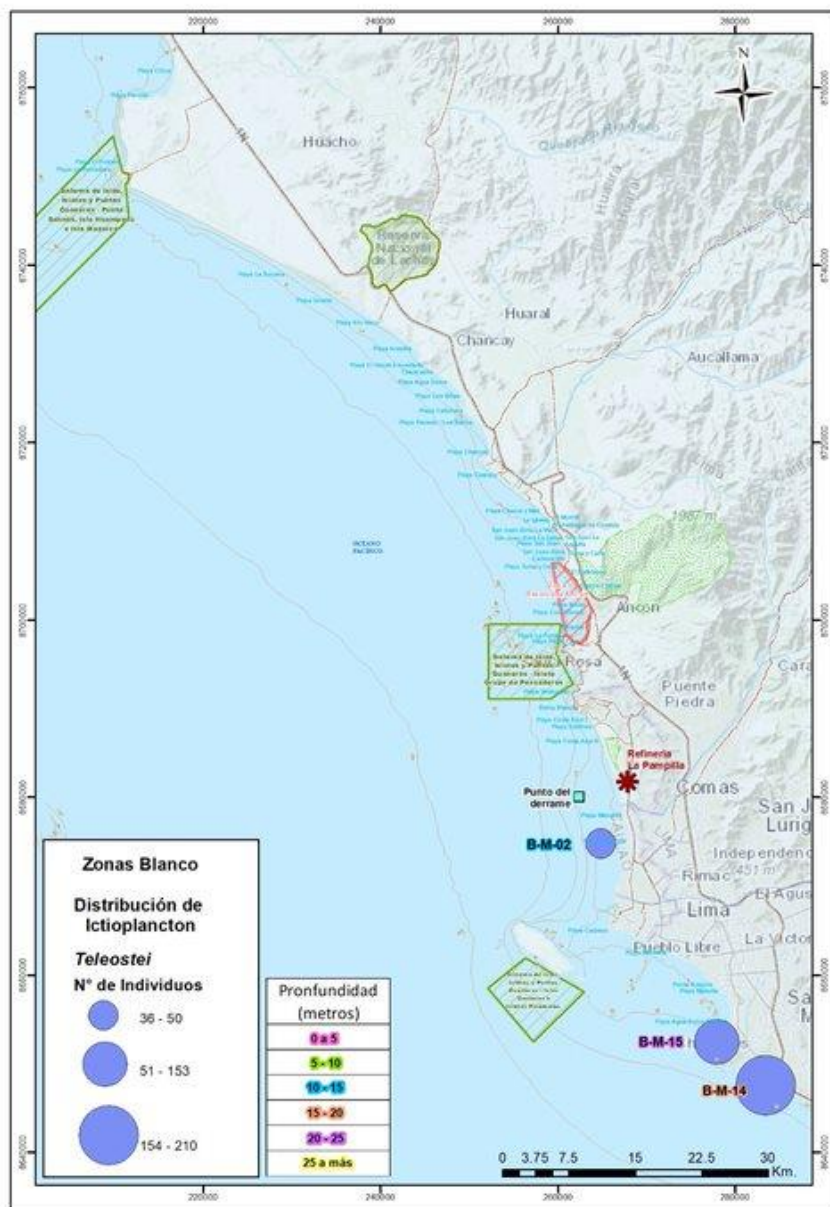
Tabla 97 Riqueza y abundancia de ictioplancton en la zona blanco

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
1	B-M-02	1	36

No.	Estación	Riqueza	Abundancia (Cél/ml)
2	B-M-05	0	0
3	B-M-06	0	0
4	B-M-10	0	0
5	B-M-11	0	0
6	B-M-14	2	210
7	B-M-15	1	153

Nota: Los valores más altos se señalan en verde.

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 120 Distribución de la abundancia de ictioplancton en la zona blanco

Índices de Diversidad

Sobre los índices de biodiversidad, solo pudieron ser calculados para la estación B-M-14 que fue en la que se registró más de una especie (Tabla 98). En esta estación el índice de riqueza de Margalef fue de 0.19 indicando un sitio con baja biodiversidad. Por su lado el índice de diversidad de Shannon -Wiener también tuvo un valor de 0.19 Bits/ind indicando un sitio con baja biodiversidad. Respecto al índice de equidad de Pielou el valor fue de 0.28 que nos indica una ausencia de uniformidad y finalmente el índice de dominancia de Simpson tuvo un valor de 0.19 lo que nos indica una baja probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie.

Tabla 98 Índices de biodiversidad para ictioplancton en la zona blanco.

No.	Estaciones	Índices			
		Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Simpson
1	B-M-02	0	0	NA	0
2	B-M-05	0	0	0	1
3	B-M-06	0	0	0	1
4	B-M-10	0	0	0	1
5	B-M-11	0	0	0	1
6	B-M-14	0.19	0.19	0.28	0.09
7	B-M-15	0	0	NA	0

Fuente: ERM, 2023

Índice de Jaccard

Debido a que solo se contó con el registro de especies en tres de las siete estaciones de la zona blanco, el índice de Jaccard indicó un valor alto de similitud entre las estaciones B-M-02 y B-M-14 con una similitud de 0.83, seguido de la similitud entre las estaciones B-M-02 y B-M-15 con un valor de 0.76 (Tabla 99). El resto de las comparaciones está marcado con uno o con NA por los supuestos del índice de Jaccard pero no están considerados en el análisis ya que en la mayoría de las estaciones no se registraron especies.

Tabla 99 Índice de Jaccard para ictioplancton para la zona blanco

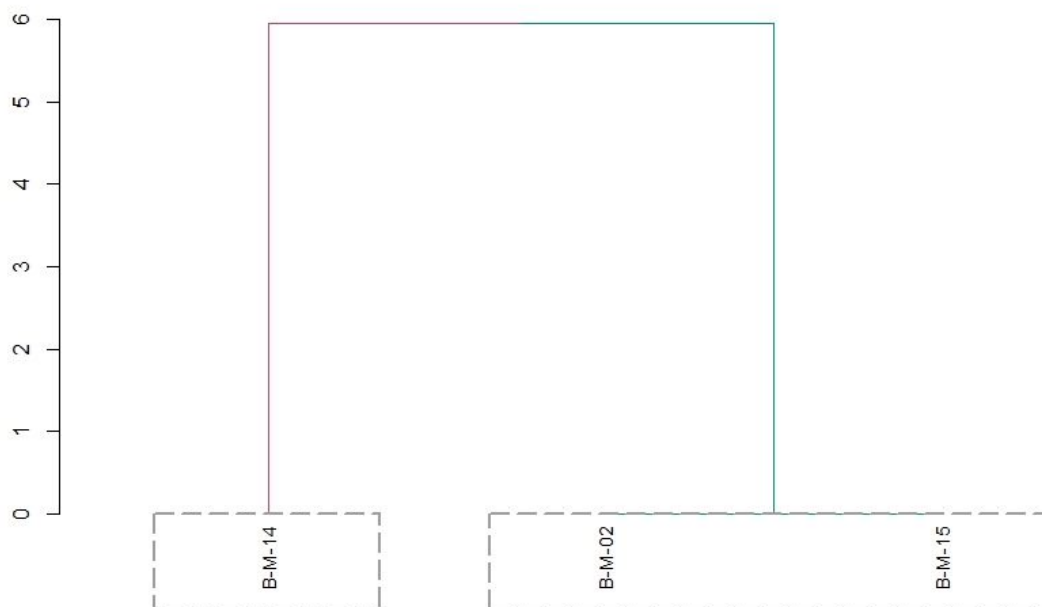
	B-M-02	B-M-05	B-M-06	B-M-10	B-M-11	B-M-14	B-M-15
B-M-02	0	1	1	1	1	0.83	0.76
B-M-05	1	0	NA	NA	NA	1	1
B-M-06	1	NA	0	NA	NA	1	1
B-M-10	1	NA	NA	0	NA	1	1
B-M-11	1	NA	NA	NA	0	1	1
B-M-14	0.83	1	1	1	1	0	0.27
B-M-15	0.76	1	1	1	1	0.27	0

Fuente: ERM, 2023

Índice de Bray-Curtis

Al analizar la similitud de las estaciones con el índice de Bray-Curtis para las estaciones que registraron especies, se encontró que las estaciones de la zona blanco forman dos grupos (Fuente: ERM, 2023

Figura 121). En el primer grupo se encuentra la estación B-M-14; mientras que en el segundo grupo están las estaciones B-M-02 y B-M-15.



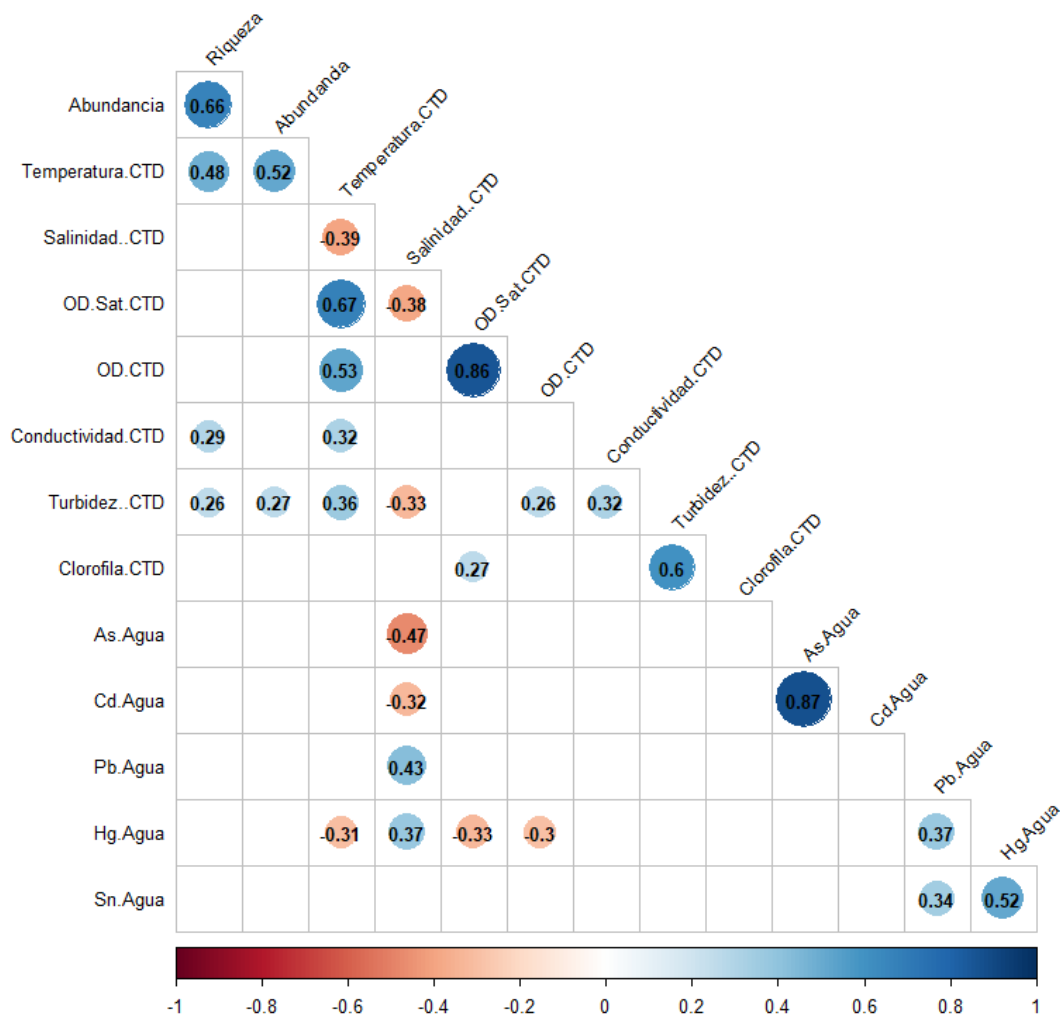
Fuente: ERM, 2023

Figura 121 Índice de Bray-Curtis para la zona blanco

Correlación de la presencia de ictioplancton con variables físicoquímicas y ambientales

Para entender si la presencia del fitoplancton está relacionada con algún factor físicoquímico o ambiental se hizo una matriz de correlaciones. En esta matriz se consideraron factores como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad, turbidez, concentración de clorofila, concentración de arsénico, concentración de cadmio, concentración de plomo, concentración de mercurio y concentración de estaño. En la Fuente: ERM, 2023

Figura 122 se muestran los valores de la correlación del coeficiente de Pearson entre estas variables. En estas correlaciones la riqueza de ictioplancton tuvo una correlación positiva con la abundancia (0.66), con la temperatura de la columna de agua (0.48), la conductividad (0.29) y la turbidez (0.26). Por su lado la abundancia de ictioplancton tuvo una correlación positiva con las variables: temperatura de la columna de agua (0.52) y la turbidez (0.26).



Fuente: ERM, 2023

Figura 122 Correlación de la presencia de ictioplancton con variables fisicoquímicas y ambientales

7.2.1.5 Comparación de resultados de plancton con información secundaria

El área de monitoreo marino se encuentra bajo influencia directa de las Aguas Costeras Frías (ACF), las cuales se ubican a lo largo del litoral en la provincia nerítica, siendo ricas en nutrientes debido a los continuos procesos de afloramiento (Zuta y Guillén, 1970). La temperatura de esta masa de agua varía entre 13 y 17 °C en invierno, y 17 y 23 °C en verano, y presenta salinidades menores de 35.1 ups. Sin embargo, la dinámica de este medio marino incluiría también proyecciones de frecuencia irregular hacia la costa de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), caracterizadas por ser cálidas y salinas, con temperatura y salinidad mayores de 19 °C y 35.1 ups respectivamente, y ubicadas en la provincia oceánica al oeste de las Aguas Costeras Frías (ACF).

Debido a los procesos de surgencia o afloramiento, masas de agua subsuperficiales frías y ricas en nutrientes ascienden a la zona eufótica permitiendo el desarrollo de toda una gama de microorganismos autótrofos de los que depende la alta productividad primaria. La intensidad de los pulsos de surgencia es muy variable y, al parecer, estarían regidos por cierta estacionalidad.

La respuesta de ciertas especies fitoplanctónicas a las condiciones derivadas del afloramiento es muy rápida, y se evidencia en el significativo incremento poblacional de microalgas en las zonas costeras (Ochoa y Gómez, 1988; Sánchez, 2000). Precisamente, las diatomeas pequeñas y de alta tasa de reproducción responden con notables incrementos poblacionales a las condiciones favorables propiciadas por los procesos de surgencia dada su mayor eficiencia en la utilización de nutrientes; y se consideran como tales a la mayoría de las especies del género *Chaetoceros* (*Ch. affinis*, *Ch. compressus*, *Ch. socialis*), así como también a *Detonula pumila*, *Skeletonema costatum* y *Thalassiosira subtilis*. En las fases intermedias dominan dinoflagelados y diatomeas de mayores dimensiones que las anteriores y una aparente menor tasa de asimilación, aunque mayor eficiencia en la utilización de nutrientes limitantes (Ochoa *et al.*, 1999).

La composición específica del fitoplancton en las estaciones de monitoreo estuvo definida por la presencia de este tipo de diatomeas: *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros didymus*, *Skeletonema costatum* o *Thalassiosira* sp. aunque en niveles moderados de abundancia.; no obstante, se reportaron también diatomeas de fases más avanzadas como *Plagiotropis* sp., *Pleurosigma* sp. o *Thalassionema nitzschioides* (Anexo 8/Plancton). Esta dominancia de unas pocas especies de microalgas en la composición del fitoplancton explica los valores bajos obtenidos de índice de Shannon-Wiener (H') y de equidad de Pielou (J').

De acuerdo con los reportes de la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), las condiciones ambientales a meso escala durante el año 2022 determinaron un periodo frío o evento La Niña para la costa peruana que tendió a normalizarse hacia el mes de diciembre (ENFEN, 2022). Estas condiciones oceanográficas no habrían favorecido una mayor proliferación de diatomeas de fases iniciales ni de dinoflagelados. Este último grupo de microalgas se caracterizó por sus niveles bajos de riqueza y abundancia, y presencia de especies de distribución cosmopolita como *Archaeoperidinium minutum*, *Preperidinium meunieri*, *Tripos furca* y *Tripos fusus* (Anexo 8/Plancton).

Cabe señalar que, en las estaciones de monitoreo de la Zona Reservada de Ancón e Islotes Grupo de Pescadores se evidenció una mayor actividad de producción primaria respecto al sector comprendido entre Chancay y Huacho, tanto a nivel de riqueza de especies como de abundancia. En el sector intermareal, si bien es cierto que hubo presencia de diatomeas vinculadas a procesos de surgencia como *Chaetoceros curvisetus* o *Skeletonema costatum*, fueron las formas pennadas bénticas como *Grammatophora angulosa*, *Grammatophora marina* o *Licmophora abbreviata* las que predominaron en esta área, lo cual sería el resultado del continuo desprendimiento y remoción ejercidos por la acción del oleaje (Anexo 8/Plancton).

Indicadores biológicos de masas de agua

Se reportó al dinoflagelado indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) *Protoperidinium obtusum* en toda el área de monitoreo, evidenciándose una intensificación de las condiciones frías propias de La Niña en el medio marino debido al hallazgo frecuente de la “munida” o “camaroncito rojo” *Pleuoncodes monodon* durante las actividades de monitoreo, lo cual denotaría una marcada incursión de Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA). Condiciones oceanográficas similares ya han sido reportadas en la costa central durante las prospecciones periódicas realizadas por el IMARPE (Ochoa y Gómez, 1997; Paredes y Elliot, 1997)

“Mareas rojas” o Floraciones Algales

Las “mareas rojas” o “aguajes”, técnicamente llamadas “floraciones algales”, suelen ser comunes entre los meses de primavera y otoño, y se definen como discoloraciones presentes en las masas de agua (Sánchez y Delgado, 1996). Se estima que el aumento de la temperatura del mar, la mayor disponibilidad de nutrientes, la alta insolación o una menor turbulencia, entre otros factores, desencadenarían un excesivo

incremento poblacional en ciertas especies de dinoflagelados y, en algunos casos, diatomeas, ciliados o flagelados desnudos.

Hacia el mes de diciembre se reportaron eventos de “marea roja” o sectores marinos con coloración anómala, y de extensión regular y corta duración, frente a Chancay y, sobre todo, en el Área Insular y la Zona Reservada de Ancón. Los análisis cuantitativos de fitoplancton determinaron que estos eventos fueron producidos por las altas concentraciones celulares de las diatomeas *Navicula* sp. y Thalassiosiraceae, cuantificándose niveles máximos de abundancia de 3 249 294 y 11 187 142 Cél/L respectivamente (Anexo 8/Plancton).

Entre las especies conocidas como productoras de “mareas rojas” en la costa peruana se identificaron a los dinoflagelados *Prorocentrum gracile* y *Gymnodinium* sp., aunque en concentraciones celulares muy bajas, entre 200 y 2000 Cél/L, lo cual sugeriría que las condiciones del medio marino influenciadas por La Niña no favorecieron a las poblaciones de dinoflagelados. Cabe señalar que, las proliferaciones excesivas de diatomeas no son inusuales en la costa central, habiéndose reportado eventos similares de eutrofización en la bahía de Chorrillos producidos por las especies *Skeletonema costatum* y *Thalassionema nitzschioides* (Baylón, 2018).

Por otro lado, los niveles cuantitativos de las diatomeas del género taxonómico Pseudo-nitzschia, en particular Grupo *Pseudo-nitzschia seriata* y *Pseudo-nitzschia pungens* fueron moderados. Cabe mencionar que estas microalgas se encuentran asociadas a la síntesis de biotoxinas, al igual que los dinoflagelados del género *Dinophysis* (*Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*), también presentes en las muestras colectadas con red (Anexo 8/Plancton). Estas microalgas están incluidas en la lista de especies consideradas toxicogénicas por la Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) de la UNESCO (Hallegraeff *et al.*, 2003) aunque no necesariamente presentan dicha condición a nivel local, siendo registros frecuentes en el ecosistema de la Corriente Peruana de Humboldt (Ochoa, 2002).

Productores Secundarios

Durante el período de monitoreo se registraron en total 922 organismos/L del zooplancton, siendo los Arthropoda los más abundantes con un total de 912 organismos/L, lo cual equivale casi al 98.9% del total. Cabe recalcar que la Clase Copepoda representó el 96.6% de la totalidad de este Phylum, siendo las especies *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus* y *Oithona* sp. las taxa más representativas; mientras que el ictioplancton estuvo conformado casi exclusivamente por Engraulidae- (Anexo 8/Plancton). Esta composición zooplanctónica caracterizada por la marcada dominancia de copépodos calanoideos es esperable para las ACF (Gutiérrez *et al.*, 2005).

Los niveles bajos de riqueza y abundancia de zooplancton e ictioplancton -sobre todo en la Zona Reservada de Ancón e Islotes Grupo de Pescadores- tendrían relación con la proliferación excesiva del cnidario *Chrysaora plocamia* y su efecto depredador, así como con las condiciones frías propias de La Niña que favorecen la dispersión del recurso “anchoveta” *Engraulis ringens*. La presencia de este cnidario en condiciones de “bloom” ya ha sido detectada en la costa central y se encuentra asociada a niveles bajos de salinidad y oxígeno disuelto en el medio marino, tal como se reportó en La Punta durante el otoño del 2021 (IMARPE, 2021); mientras que su rol como consumidor importante de zoo e ictioplancton en el ecosistema de la Corriente de Humboldt ha sido definido, al igual que su interacción en la trama trófica con peces de hábitos similares a *E. ringens* (Chiaverino *et al.*, 2015).

7.2.1.6 Conclusiones de los resultados del plancton

- La abundancia y composición del plancton estuvieron determinadas por las condiciones naturales propias del medio marino, no evidenciándose influencia de factores antrópicos.
- Se registró un total de 97 taxa de microalgas en los sectores intermareal y submareal del área monitoreada: 59 diatomeas, 34 dinoflagelados, 2 sílicoflagelados y 2 fitoflagelados, evidenciándose

una composición específica típica de Aguas Costeras Frías (ACF) y definida por la mayor abundancia de diatomeas respecto a los dinoflagelados.

- Se determinó una comunidad fitoplanctónica en fase intermedia de la sucesión ecológica, con relativa dominancia de diatomeas pennadas en asociación con diatomeas pequeñas, formadoras de cadenas y alta tasa de reproducción, siendo *Plagiotropis* sp., *Pseudo-nitzschia pungens* y *Skeletonema costatum* las especies más abundantes en el sector submareal, y *Grammatophora angulosa*, *Plagiotropis* sp. y *Thalassionema nitzschioides* en el intermareal.
- Las condiciones oceanográficas favorecieron la proliferación excesiva de las diatomeas *Navicula* sp. y *Thalassiosiraceae*, reportándose eventos de “marea roja” o sectores marinos con coloración anómala, y de extensión regular y corta duración, frente a Chancay y en el Área Insular y la Zona Reservada de Ancón, producidos por las altas concentraciones celulares de dichas microalgas. Episodios similares atribuidos a diatomeas figuran en los registros históricos del IMARPE.
- Se identificaron algunas microalgas consideradas potencialmente tóxicas por la Comisión Oceanográfica Internacional (COI) de la UNESCO como las diatomeas *Pseudo-nitzschia pungens* y Grupo *Pseudo-nitzschia seriata*, y los dinoflagelados *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*. Las referidas especies son de registro frecuente en las ACF y figuran en los registros históricos del IMARPE.
- Así como en el caso del fitoplancton, se evidenció una composición taxonómica del zooplancton típica de ACF caracterizada por la dominancia de los copépodos *Acartia tonsa*, *Centropages brachiatus* y *Paracalanus parvus*, aunque con niveles bajos de riqueza y abundancia de organismos -sobre todo en el Área Insular y la Zona Reservada de Ancón- que tendrían relación con la proliferación excesiva del cnidario *Chrysaora plocamia*. Una tendencia similar se observó con el ictioplancton representado en su mayoría por engráulidos. .
- Se reportó la presencia de organismos planctónicos indicadores de ACF como el dinoflagelado *Protoperdinium obtusum* y el copépodo *Centropages brachiatus*. Asimismo, el hallazgo frecuente de la “múnida” *Pleuoncodes monodon* durante las actividades de monitoreo indicaría la incursión de Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA) que intensificaron las condiciones frías del medio marino.

7.2.2 Resultados de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas

Se muestrearon un total de 272 estaciones en toda el área de estudio, de las cuales 32 corresponden a la zona intermareal y 240 a la zona submareal. Es importante mencionar que se colectaron réplicas en algunos sitios de muestreo de ambas zonas, principalmente en la intermareal, con la finalidad de tener una mayor representatividad, ya que fueron registrados microambientes dentro de algunos sitios de evaluación, los cuales se caracterizaron por la presencia de diferentes sustratos, totalizando 369 puntos muestreados (incluyendo sus respectivas réplicas).

A continuación, se muestra un resumen global de los resultados obtenidos de los atributos ecológicos de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos a través de los índices ecológicos (Tabla 100).

Tabla 100 Resultados de los promedios de los índices ecológicos globales.

Zona	Abundancia	Riqueza	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou
Intermareal	331.40	2.63	0.45	0.42	0.38
Submareal	34.87	2.18	0.50	0.43	0.32

Fuente: ERM, 2023

Los resultados de los promedios globales aplicados a los atributos de la comunidad indican una abundancia promedio para la zona intermareal de 331.40 organismos, con un valor máximo de abundancia de 4,032 organismos, y una riqueza máxima de 10 taxa, ambos corresponden a la estación B-ZI-12 zona blanco (correspondiente al intermareal de Chorrillos), esta abundancia fue aportada por los mitílicos *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus* (establecido como sinónimo válido con prioridad sobre *Semimytilus algosus* (Gould, 1850)).

En cuanto a la zona submareal la abundancia máxima encontrada fue de 848 organismos, en su mayoría esta abundancia al igual que en la zona intermareal fue aportada por el mitílido *Semimytilus patagonicus* (encontrados en la estación GP-30-129 estrato 10-15 m de profundidad, perteneciente al área de los islotes Grupo de Pescadores) y la riqueza máxima con 14 taxa (reportado en la estación GP-50-47 también en el área de los islotes, en el estrato de >25m de profundidad).

En general, la diversidad de especies suele ser mayor en el medio submareal en relación con el intermareal debido a la dominancia que presentan algunas especies en el estrato intermareal, los cuales suelen ser muy abundantes.

En las siguientes secciones se describen los resultados de los análisis ecológicos y taxonómicos obtenidos, estos se encuentran separados por grupos de estaciones, provenientes de los diferentes sitios de muestreo:

- Zona Reservada de Ancón (ZRA)
- Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores
- Zonas blanco
- Área de monitoreo, en el cual se encuentran las estaciones que no quedaron dentro de ninguna de las agrupaciones anteriores (Figura 127), y que se describe a continuación.

7.2.2.1 Área de monitoreo (sin considerar áreas reservadas, protegidas y blancos)

A esta área corresponde a un total de 129 muestras provenientes de 106 estaciones de muestreo, de las cuales en 59 estaciones se encontraron organismos de macroinvertebrados bentónicos. La abundancia total de estas 59 estaciones es de 10,767 organismos en el área.

La estación en la cual se registró mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos fue ZI-02 (playa Cavero-Ventanilla), la cual pertenece a la zona intermareal con sustrato rocoso, en esta se reportaron 2,315 organismos, no obstante, el valor máximo de riqueza se reportó en las estaciones ZI-03 (a aproximadamente 1.5 km al norte de la Zona Reservada de Ancón), ZI-08 (en Punta Chancay) y ZM-10-83 (entre playa Herradura y el límite Este de la Reserva Nacional de Punta Salinas), de las cuales, las primeras dos pertenecen a la zona intermareal con sustrato rocoso, y la última a la zona submareal con sustrato arenoso. Los resúmenes globales de este sitio por zona de muestreo y rangos de profundidad, se pueden observar en la Tabla 101, mientras que la información completa por estación, zona, tipo de sustrato y rango de profundidad se desglosa en la Tabla 102.

Tabla 101 Valores promedio para el grupo de estaciones del área de monitoreo.

Zona	Rango de profundidad (m)	Abundancia (N)	Riqueza (S)	Margalef (D _{Mg})	Shannon-Wiener (H')	Pielou (J')	Simpson (D)
Intermareal + Submareal	0 a >25	101.58	2.51	0.50	0.46	0.45	0.27

Zona	Rango de profundidad (m)	Abundancia (N)	Riqueza (S)	Margalef (D _{Mg})	Shannon-Wiener (H')	Pielou (J')	Simpson (D)
Intermareal	0 a 5	129.71	2.43	0.48	0.43	0.44	0.26
Submareal	0a 5	3.00	2.00	0.91	0.64	0.92	0.44
	10 a 15	19.08	2.17	0.55	0.47	0.49	0.28
	15 a 20	47.40	2.80	0.50	0.57	0.50	0.33
	20 a 25	8.00	2.25	0.45	0.37	0.21	0.17
	>25	107.90	3.30	0.60	0.54	0.45	0.30

Fuente: ERM, 2023

La Fuente: ERM, 2023

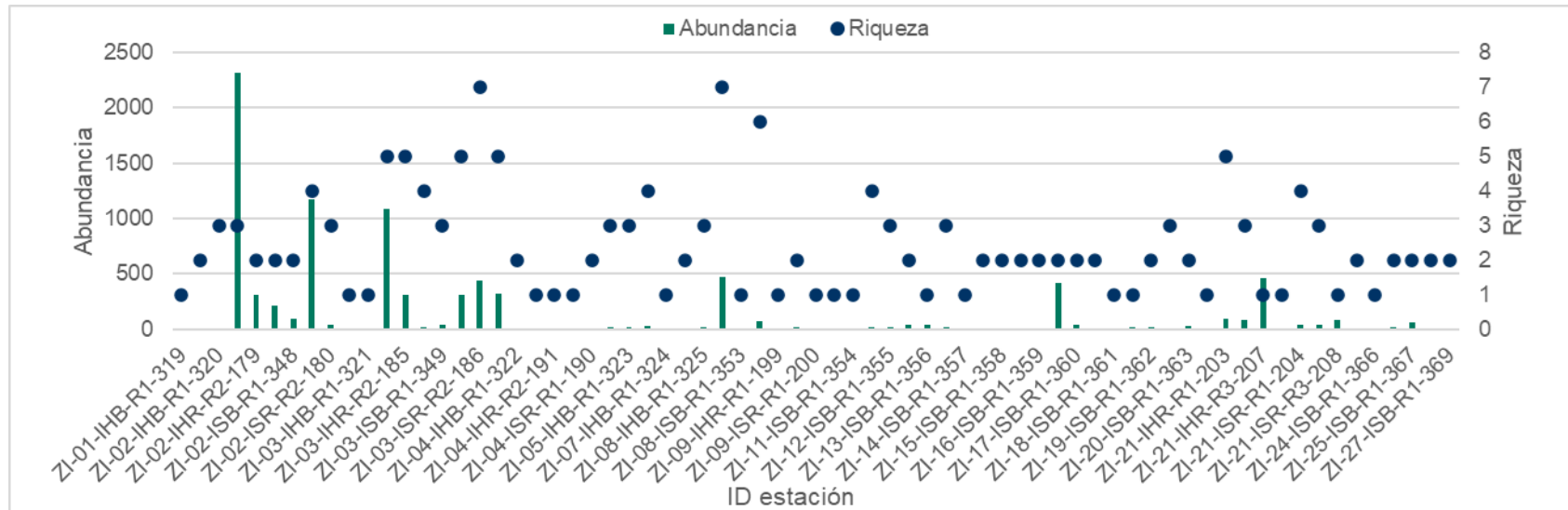
Figura 124 y Fuente: ERM, 2023

Figura 125 a continuación, representan los valores de la abundancia (eje Y) vs la riqueza encontrada (eje Z), por estación de muestreo (eje X), estas estaciones incluyen las réplicas por lo que los ID de las estaciones están compuestos por un nombre único otorgado para la identificación del punto de muestreo.

La Fuente: ERM, 2023

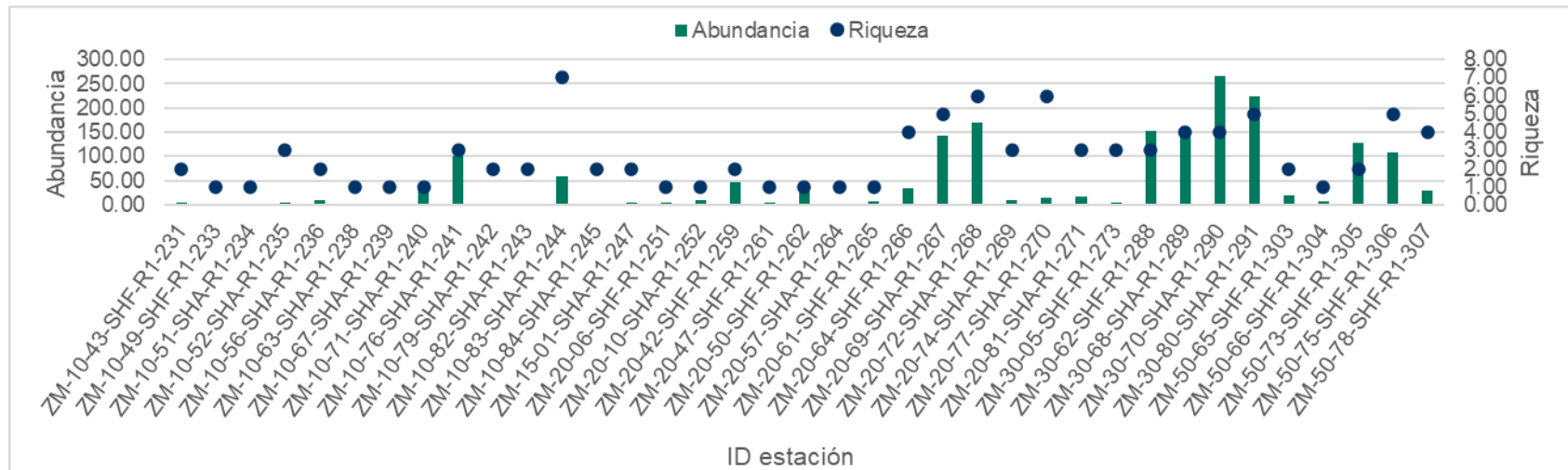
Figura 125 y Fuente: ERM, 2023

Figura 126, representan a los ID de las estaciones en el eje "X", mientras que el eje "Y" corresponde a los índices utilizados para medir la diversidad por estación de muestreo, Margalef y Shannon, para ambos el mínimo valor que pueden presentar es cero, y esto ocurre cuando la riqueza es 1 (S=1); por encima de 5, se considera una región de alta biodiversidad; los valores ente 1.5 y 2 se consideran regiones de media y baja biodiversidad. En el eje "Z", se encuentran los índices de Equidad de Pielou (J') y de dominancia de Simpson (D), ambos tienen valores de 0 a 1 pero su comportamiento es opuesto, es decir, cuando existe una comunidad equitativa en cuando a la diversidad de especies, Pielou presentará valores cercanos a 1, mientras que Simpson tendrá valores bajos cercanos a 0, esto debido a la nula o baja dominancia.



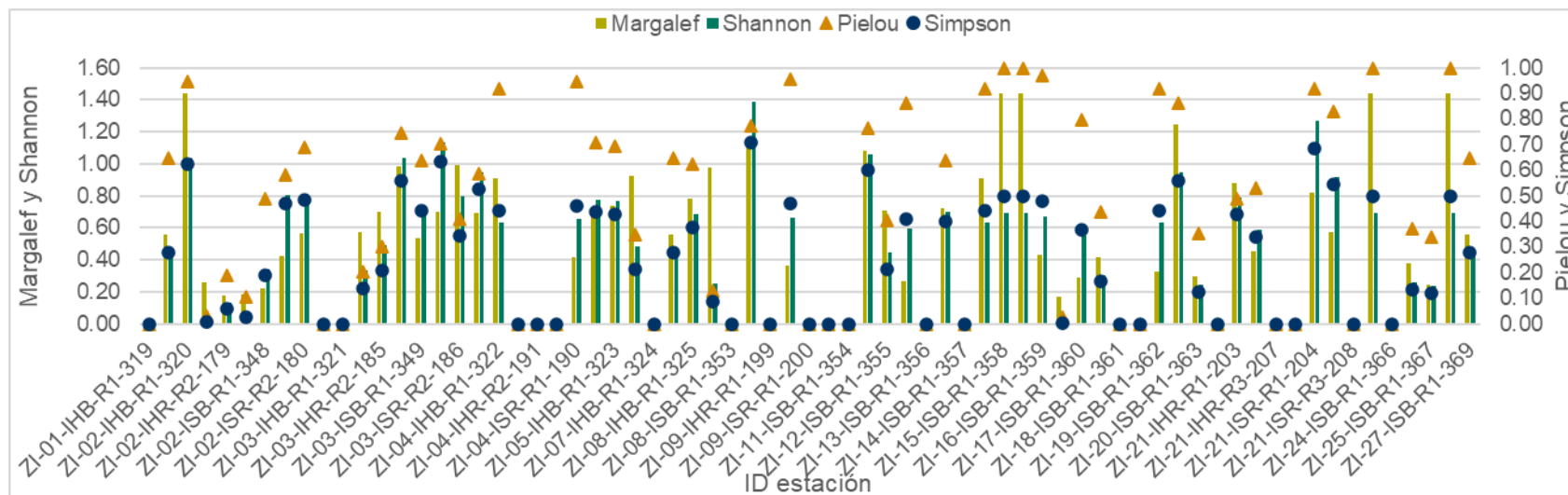
Fuente: ERM, 2023

Figura 123 Abundancia y riqueza del área de monitoreo en la zona intermareal.



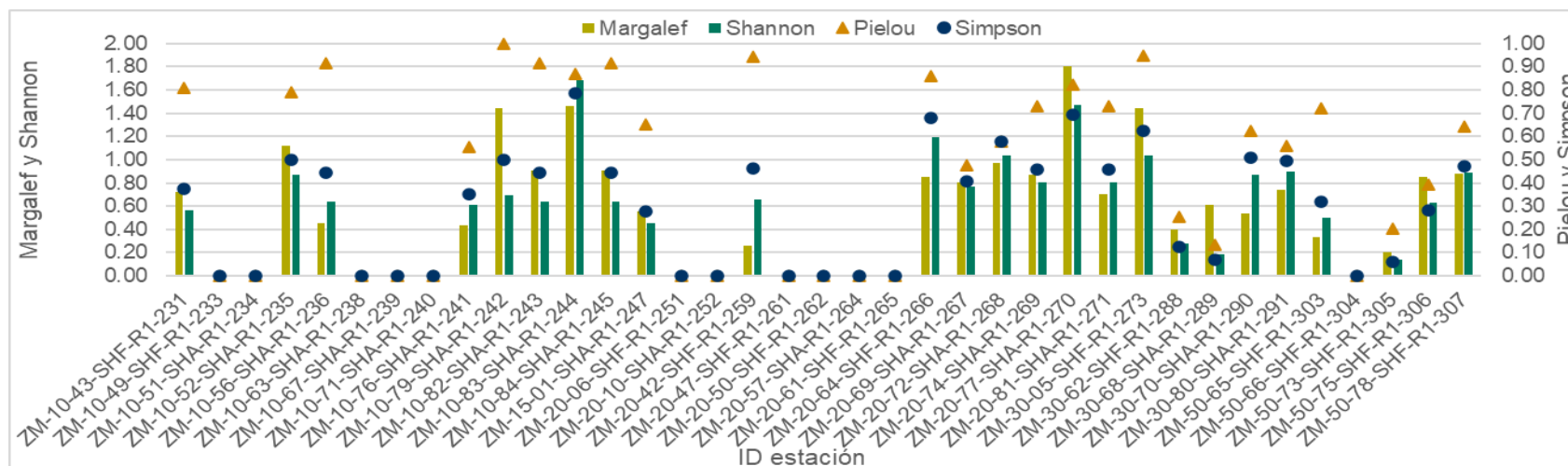
Fuente: ERM, 2023

Figura 124 Abundancia y riqueza del área de monitoreo en la zona submareal.



Fuente: ERM, 2023

Figura 125 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson, en el área de monitoreo en la zona intermareal.



Fuente: ERM, 2023

Figura 126 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson, en el área de monitoreo en la zona submareal.

Tabla 102 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos por estación en el área de monitoreo.

N°	ID estación	Estación	Rangos (m)	Zona	Tipo de sustrato	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
1	ZI-01-IHB-R1-319	ZI-01	0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	3	1	0.00
2	ZI-01-ISB-R1-347		0 a 5	Intermareal	Blando	0.56	0.45	0.65	6	2	0.28
3	ZI-02-IHB-R1-320	ZI-02	0 a 5	Intermareal	Blando	1.44	1.04	0.95	4	3	0.63
4	ZI-02-IHR-R1-177		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.26	0.03	0.03	2315	3	0.01
5	ZI-02-IHR-R2-179		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.17	0.13	0.19	305	2	0.06
6	ZI-02-IHR-R3-181		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.19	0.07	0.11	215	2	0.03
7	ZI-02-ISB-R1-348		0 a 5	Intermareal	Blando	0.22	0.34	0.49	94	2	0.19
8	ZI-02-ISR-R1-178		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.42	0.81	0.58	1171	4	0.47
9	ZI-02-ISR-R2-180		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.56	0.76	0.69	35	3	0.49
10	ZI-02-ISR-R3-182		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	3	1	0.00
11	ZI-03-IHB-R1-321	ZI-03	0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	4	1	0.00
12	ZI-03-IHR-R1-183		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.57	0.33	0.21	1086	5	0.14
13	ZI-03-IHR-R2-185		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.70	0.49	0.30	307	5	0.21
14	ZI-03-IHR-R3-187		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.99	1.04	0.75	21	4	0.56
15	ZI-03-ISB-R1-349		0 a 5	Intermareal	Blando	0.54	0.70	0.64	42	3	0.44
16	ZI-03-ISR-R1-184		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.70	1.13	0.70	309	5	0.63
17	ZI-03-ISR-R2-186		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.99	0.80	0.41	434	7	0.34
18	ZI-03-ISR-R3-188		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.69	0.95	0.59	324	5	0.53
19	ZI-04-IHB-R1-322	ZI-04	0 a 5	Intermareal	Blando	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
20	ZI-04-IHR-R1-189		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	7	1	0.00
21	ZI-04-IHR-R2-191		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	3	1	0.00
22	ZI-04-ISB-R1-350		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	8	1	0.00

N°	ID estación	Estación	Rangos (m)	Zona	Tipo de sustrato	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
23	ZI-04-ISR-R1-190		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.42	0.66	0.95	11	2	0.46
24	ZI-04-ISR-R2-192		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.69	0.78	0.71	18	3	0.44
25	ZI-05-IHB-R1-323	ZI-05	0 a 5	Intermareal	Blando	0.74	0.76	0.70	15	3	0.43
26	ZI-05-ISB-R1-351		0 a 5	Intermareal	Blando	0.92	0.48	0.35	26	4	0.21
27	ZI-07-IHB-R1-324	ZI-07	0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	7	1	0.00
28	ZI-07-ISB-R1-352		0 a 5	Intermareal	Blando	0.56	0.45	0.65	6	2	0.28
29	ZI-08-IHB-R1-325	ZI-08	0 a 5	Intermareal	Blando	0.78	0.69	0.63	13	3	0.38
30	ZI-08-IHR-R1-197		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.98	0.25	0.13	470	7	0.09
31	ZI-08-ISB-R1-353		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
32	ZI-08-ISR-R1-198		0 a 5	Intermareal	Rocoso	1.17	1.39	0.77	73	6	0.71
33	ZI-09-IHR-R1-199	ZI-09	0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	5	1	0.00
34	ZI-09-IHR-R2-201		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.36	0.66	0.95	16	2	0.47
35	ZI-09-ISR-R1-200		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	6	1	0.00
36	ZI-11-IHB-R1-327	ZI-11	0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
37	ZI-11-ISB-R1-354		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	5	1	0.00
38	ZI-12-IHB-R1-328	ZI-12	0 a 5	Intermareal	Blando	1.08	1.06	0.77	16	4	0.60
39	ZI-12-ISB-R1-355		0 a 5	Intermareal	Blando	0.71	0.44	0.40	17	3	0.21
40	ZI-13-IHB-R1-329	ZI-13	0 a 5	Intermareal	Blando	0.27	0.60	0.86	42	2	0.41
41	ZI-13-ISB-R1-356		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	33	1	0.00
42	ZI-14-IHB-R1-330	ZI-14	0 a 5	Intermareal	Blando	0.72	0.70	0.64	16	3	0.40
43	ZI-14-ISB-R1-357		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	7	1	0.00
44	ZI-15-IHB-R1-331	ZI-15	0 a 5	Intermareal	Blando	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
45	ZI-15-ISB-R1-358		0 a 5	Intermareal	Blando	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50

N°	ID estación	Estación	Rangos (m)	Zona	Tipo de sustrato	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
46	ZI-16-IHB-R1-332	ZI-16	0 a 5	Intermareal	Blando	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
47	ZI-16-ISB-R1-359		0 a 5	Intermareal	Blando	0.43	0.67	0.97	10	2	0.48
48	ZI-17-IHB-R1-333	ZI-17	0 a 5	Intermareal	Blando	0.17	0.02	0.02	416	2	0.00
49	ZI-17-ISB-R1-360		0 a 5	Intermareal	Blando	0.29	0.55	0.80	33	2	0.37
50	ZI-18-IHB-R1-334	ZI-18	0 a 5	Intermareal	Blando	0.42	0.30	0.44	11	2	0.17
51	ZI-18-ISB-R1-361		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	8	1	0.00
52	ZI-19-IHB-R1-335	ZI-19	0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	13	1	0.00
53	ZI-19-ISB-R1-362		0 a 5	Intermareal	Blando	0.33	0.64	0.92	21	2	0.44
54	ZI-20-IHB-R1-336	ZI-20	0 a 5	Intermareal	Blando	1.24	0.95	0.86	5	3	0.56
55	ZI-20-ISB-R1-363		0 a 5	Intermareal	Blando	0.29	0.24	0.35	30	2	0.12
56	ZI-21-IHB-R1-337	ZI-21	0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	6	1	0.00
57	ZI-21-IHR-R1-203		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.88	0.79	0.49	93	5	0.43
58	ZI-21-IHR-R2-205		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.45	0.59	0.53	82	3	0.34
59	ZI-21-IHR-R3-207		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	464	1	0.00
60	ZI-21-ISB-R1-364		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
61	ZI-21-ISR-R1-204		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.82	1.27	0.92	39	4	0.69
62	ZI-21-ISR-R2-206		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.57	0.91	0.83	33	3	0.54
63	ZI-21-ISR-R3-208		0 a 5	Intermareal	Rocoso	0.00	0.00	0.00	86	1	0.00
64	ZI-24-IHB-R1-339	ZI-24	0 a 5	Intermareal	Blando	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
65	ZI-24-ISB-R1-366		0 a 5	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
66	ZI-25-IHB-R1-340	ZI-25	0 a 5	Intermareal	Blando	0.38	0.26	0.37	14	2	0.13
67	ZI-25-ISB-R1-367		0 a 5	Intermareal	Blando	0.24	0.24	0.34	63	2	0.12
68	ZI-27-IHB-R1-342	ZI-27	0 a 5	Intermareal	Blando	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50

Informe

N°	ID estación	Estación	Rangos (m)	Zona	Tipo de sustrato	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
69	ZI-27-ISB-R1-369		0 a 5	Intermareal	Blando	0.56	0.45	0.65	6	2	0.28
70	ZM-10-82-SHA-R1-243	ZM-10-82	0 a 5	Submareal	Arenoso	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
71	ZM-10-43-SHF-R1-231	ZM-10-43	10 a 15	Submareal	Fangoso	0.72	0.56	0.81	4	2	0.38
72	ZM-10-49-SHF-R1-233	ZM-10-49	10 a 15	Submareal	Fangoso	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
73	ZM-10-51-SHA-R1-234	ZM-10-51	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
74	ZM-10-52-SHA-R1-235	ZM-10-52	10 a 15	Submareal	Arenoso	1.12	0.87	0.79	6	3	0.50
75	ZM-10-56-SHA-R1-236	ZM-10-56	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.46	0.64	0.92	9	2	0.44
76	ZM-10-63-SHA-R1-238	ZM-10-63	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
77	ZM-10-67-SHA-R1-239	ZM-10-67	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
78	ZM-10-71-SHA-R1-240	ZM-10-71	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.00	0.00	0.00	37	1	0.00
79	ZM-10-76-SHA-R1-241	ZM-10-76	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.43	0.61	0.56	101	3	0.35
80	ZM-10-79-SHA-R1-242	ZM-10-79	10 a 15	Submareal	Arenoso	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
81	ZM-10-83-SHA-R1-244	ZM-10-83	10 a 15	Submareal	Arenoso	1.47	1.69	0.87	60	7	0.78
82	ZM-10-84-SHA-R1-245	ZM-10-84	10 a 15	Submareal	Arenoso	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
83	ZM-15-01-SHA-R1-247	ZM-15-01	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.56	0.45	0.65	6	2	0.28
84	ZM-20-10-SHA-R1-252	ZM-20-10	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.00	0.00	0.00	10	1	0.00
85	ZM-20-42-SHF-R1-259	ZM-20-42	15 a 20	Submareal	Fangoso	0.26	0.65	0.94	47	2	0.46
86	ZM-20-50-SHF-R1-262	ZM-20-50	15 a 20	Submareal	Fangoso	0.00	0.00	0.00	33	1	0.00
87	ZM-20-57-SHA-R1-264	ZM-20-57	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
88	ZM-20-64-SHF-R1-266	ZM-20-64	15 a 20	Submareal	Fangoso	0.85	1.19	0.86	34	4	0.68
89	ZM-20-69-SHA-R1-267	ZM-20-69	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.80	0.76	0.47	144	5	0.41
90	ZM-20-72-SHA-R1-268	ZM-20-72	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.97	1.04	0.58	171	6	0.58
91	ZM-20-74-SHA-R1-269	ZM-20-74	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.87	0.80	0.73	10	3	0.46

Informe

N°	ID estación	Estación	Rangos (m)	Zona	Tipo de sustrato	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
92	ZM-20-81-SHA-R1-271	ZM-20-81	15 a 20	Submareal	Arenoso	0.71	0.80	0.73	17	3	0.46
93	ZM-20-06-SHF-R1-251	ZM-20-06	20 a 25	Submareal	Fangoso	0.00	0.00	0.00	5	1	0.00
94	ZM-20-47-SHF-R1-261	ZM-20-47	20 a 25	Submareal	Fangoso	0.00	0.00	0.00	4	1	0.00
95	ZM-20-61-SHF-R1-265	ZM-20-61	20 a 25	Submareal	Fangoso	0.00	0.00	0.00	7	1	0.00
96	ZM-20-77-SHA-R1-270	ZM-20-77	20 a 25	Submareal	Arenoso	1.80	1.47	0.82	16	6	0.70
97	ZM-30-05-SHF-R1-273	ZM-30-05	>25	Submareal	Fangoso	1.44	1.04	0.95	4	3	0.63
98	ZM-30-62-SHF-R1-288	ZM-30-62	>25	Submareal	Fangoso	0.40	0.28	0.26	153	3	0.12
99	ZM-30-68-SHA-R1-289	ZM-30-68	>25	Submareal	Arenoso	0.61	0.19	0.14	140	4	0.07
100	ZM-30-70-SHA-R1-290	ZM-30-70	>25	Submareal	Arenoso	0.54	0.87	0.63	267	4	0.51
101	ZM-30-80-SHA-R1-291	ZM-30-80	>25	Submareal	Arenoso	0.74	0.90	0.56	223	5	0.49
102	ZM-50-65-SHF-R1-303	ZM-50-65	>25	Submareal	Fangoso	0.33	0.50	0.72	20	2	0.32
103	ZM-50-66-SHF-R1-304	ZM-50-66	>25	Submareal	Fangoso	0.00	0.00	0.00	7	1	0.00
104	ZM-50-73-SHF-R1-305	ZM-50-73	>25	Submareal	Fangoso	0.21	0.14	0.20	127	2	0.06
105	ZM-50-75-SHF-R1-306	ZM-50-75	>25	Submareal	Fangoso	0.85	0.63	0.39	108	5	0.28
106	ZM-50-78-SHF-R1-307	ZM-50-78	>25	Submareal	Fangoso	0.88	0.89	0.64	30	4	0.47

Fuente: ERM, 2023

En la Figura 127, se observa la distribución general de los 6 taxa encontrados en la zona del área de monitoreo, denotando una clara tendencia composicional basada en la profundidad y el sustrato, por lo que en la zona intermareal con profundidades <5m el sustrato rocoso se encuentra colonizado por mitílidos (*Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus*), gasterópodos (*Scurria* sp.), crustáceos (*Jehlius cirratus*) y poliquetos (*Nereis* sp.). Mientras que el sustrato arenoso presenta abundancias elevadas del poliqueto *Hemipodia* sp., del crustáceo *Emerita analoga* y del isópodo *Excirolana braziliensis*.

Por otro lado, la zona submareal presenta profundidades de 5 a >25m, con sustrato arenoso que tiende a ser más fangoso conforme aumenta la profundidad, aquí el poliqueto *Magelona* sp. tiene mayor frecuencia de aparición para ambos sustratos, *Nephtys* sp. es constante para las estaciones de sustrato arenoso y *Hermundura* sp. para el sustrato fangoso. Existe la presencia de la anémona *Anthothoe chilensis* como especie poco frecuente por su baja aparición dentro de los sitios de muestreo.

La Figura 128 es el resultado del índice de similitud de Bray-Curtis aplicado a las estaciones de esta área, pudiéndose observar que el índice representó una clara división en dos grandes agrupaciones de estaciones, la primera agrupación (representado en rosa) y la segunda (en verde) con dos subdivisiones; la subdivisión lila con 3 estaciones y la azul con 24 estaciones. La similitud por estaciones está dada por la riqueza de especies y la abundancia, aunque es importante mencionar que existen casos en donde las réplicas de las mismas estaciones se mantienen agrupadas, mostrando similitud de riqueza y abundancia de especies entre sí, observándose también el caso contrario, en donde la réplica de la misma estación se encuentra asignada a un agrupamiento diferente, lo cual hace evidente que hay condiciones que crean microambientes, los cuales se caracterizan por diferente composición de especies con distribución a modo de parches.

Por ejemplo, el último grupo en lila que comprende a las estaciones ZI-02-IHR-R2-179, ZI-02-IHR-R3-181 y ZI-17-IHB-R1-333, son estaciones que tuvieron una riqueza de 3 especies con abundancias más o menos similares de N= 305, 215 y 416 individuos respectivamente, sin embargo, son estaciones geográficamente distantes, ya que ZI-02 se encuentra en Ventanilla y ZI-17 en la parte norte cercana a la zona de islotes, pero que comparten cierto grado de similitud.

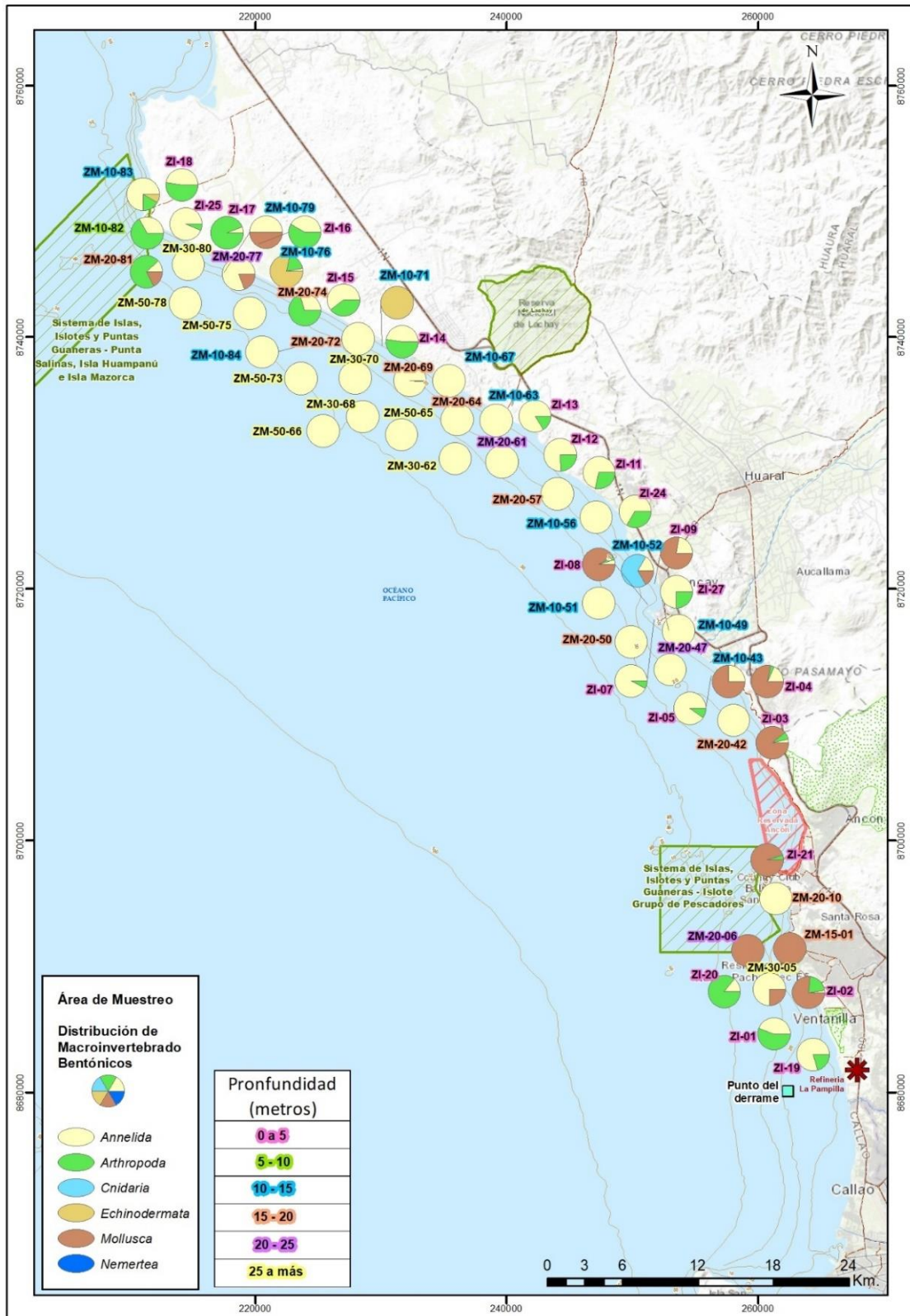
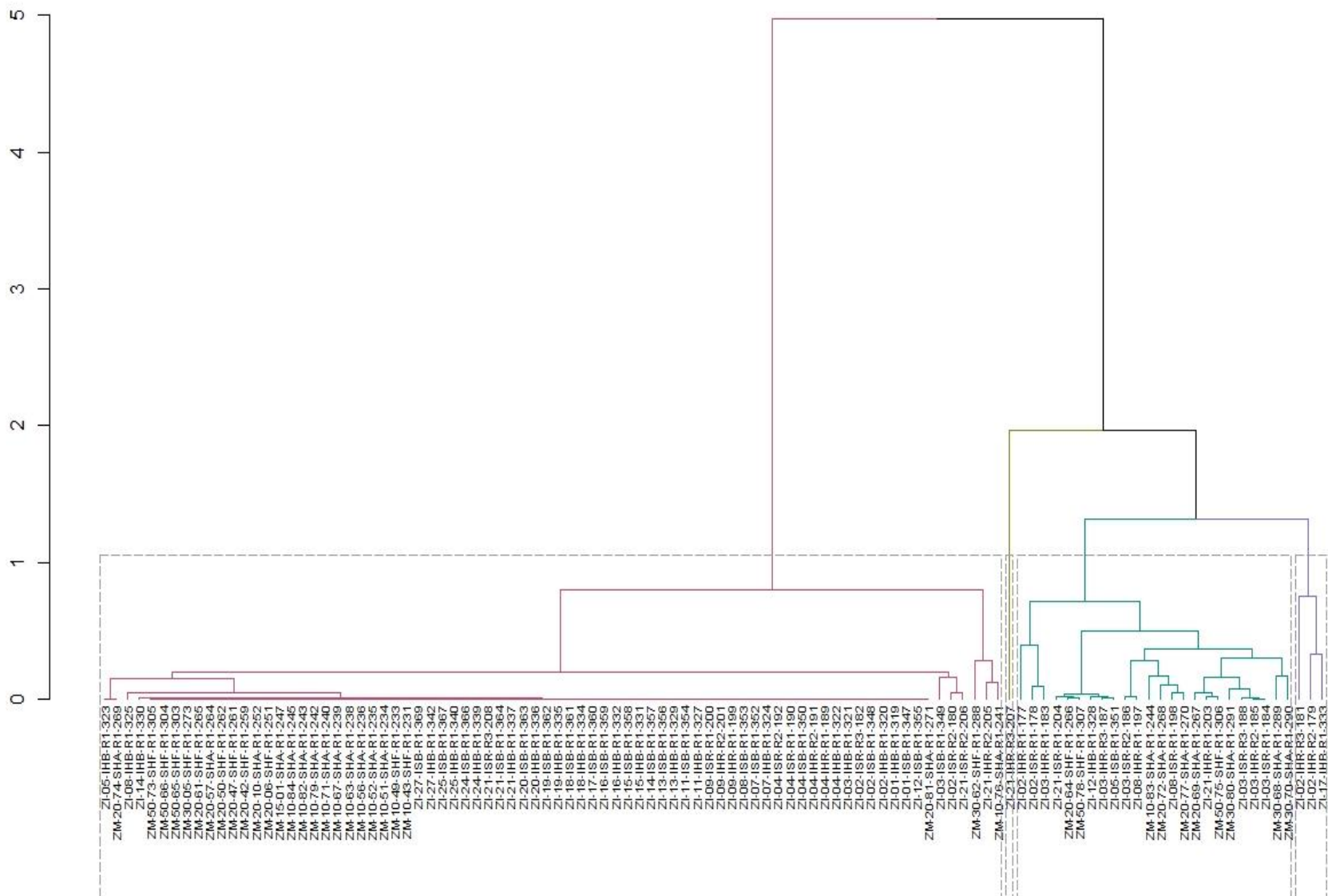


Figura 127 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos.

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 128 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de monitoreo.

7.2.2.2 Zona Reservada de Ancón (ZRA)

En la Zona Reservada de Ancón (ZRA) se muestrearon un total de 28 estaciones, obteniéndose un total de 41 muestras colectadas, y en 26 de ellos se encontraron organismos (Tabla 104). La estación con la mayor abundancia registrada fue ZI-23-IHR-R2-217 (ZI-23, replica 2) en la zona intermareal y con presencia de sustrato rocoso. En esta se reportó una abundancia total de 2,934 organismos, principalmente por la presencia del mitílido *Semimytilus patagonicus* “chorito”, mientras que, las estaciones con la mayor riqueza fueron ZM-10-32 y ZM-15-04 (con un valor de riqueza de 6 taxa), ambas pertenecientes a la zona submareal con presencia de sustrato arenoso.

Cabe resaltar que en los videos del ROV¹¹ tomados en la estación ZM-10-32 también fueron reportados crustáceos (como el cangrejo ermitaño de la familia Paguroidea y el cangrejo peludo (*Romaleon setosum*) y algas rojas (Rhodophytas), mientras que en la estación ZM-15-04 se registraron medusas de la especie *Chrysaora plocamia* y cangrejos braquiuros (Brachyura) (Anexo 6).

Al igual que lo observado en las estaciones que componen la totalidad del área de monitoreo, la ZRA también presenta una tendencia de datos que sugieren que la abundancia está relacionada con las zonas más someras y con presencia de sustrato rocoso, mientras que el área submareal es más diversa y con menos dominancia dada por una especie (Tabla 103, Fuente: ERM, 2023

Figura 129, Fuente: ERM, 2023

Figura 130, Fuente: ERM, 2023

Figura 131, Fuente: ERM, 2023

Figura 132).

Tabla 103 Resumen de los promedios de los resultados de macroinvertebrados bentónicos para la ZRA.

Zona	Rango de profundidad (m)	Abundancia (N)	Riqueza (S)	Margalef (D _{Mg})	Shannon-Wiener (H')	Pielou (J')	Simpson (D)
Toda	0 a >25	304.71	1.93	0.44	0.39	0.33	0.59
Intermareal	0 a 5	1,005.41	2.75	0.40	0.35	0.36	0.21
Submareal	10 a 15	12.25	4	1.34	1.14	0.89	0.63
	15 a 20	52.66	3.83	1.04	0.95	0.74	0.53

Fuente: ERM, 2023

En la Figura 133 se puede observar la distribución de los taxa, donde se aprecia que las estaciones pertenecientes al estrato de 0 a 5 m se encuentran dominadas por dos especies de mitílicos (*Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus*) y un poliqueto (*Nereis* sp.), los cuales colonizan el sustrato rocoso, aportando la mayor abundancia registrada respecto de las estaciones de la zona submareal (con profundidades mayores a 5 m), caracterizadas por sustrato blando, principalmente arenoso.

La estación ZM-10-38 ubicada en el extremo norte de la ZRA, es la estación con mayor diversidad, representado por los 4 taxa más abundantes encontrados en el área de monitoreo (Mollusca, Annelida, Echinodermata y Arthropoda), siendo los equinodermos y los anélidos los más abundantes, representados por el poliqueto *Nephtys* sp. y el ofiuroido *Ophiactis* sp. Complementariamente, en los videos del ROV se

¹¹ Vehículo Operado Remotamente (ROV por sus siglas en inglés - Remotely Operated Vehicle).

observó la presencia del cangrejo ermitaño perteneciente a la superfamilia Paguroidea, ofiuroides, dos especies de anémonas pertenecientes a la clase Anthozoa, el “chorito” *Semimytilus patagonicus*, un molusco perteneciente a la clase Polyplacophora, una esponja perteneciente al Phylum Porifera, así como dominancia de asociación de ofiuroides y anémonas, y asociación de anémonas y mitílidos en el sustrato rocoso. Además, se registró algas rojas (Rhodophytas) adheridas al sustrato.

Para la ZRA, la distribución de los taxa responde al tipo de sustrato y profundidad, observándose que, a lo largo del litoral correspondiente a la ZRA, la distribución de los taxa fue heterogénea, reportándose diversos sustratos de tipo rocoso y blando (principalmente arenoso).

Respecto al dendograma Bray-Curtis (Fuente: ERM, 2023

Figura 134), el agrupamiento de las estaciones de acuerdo a las abundancias y riquezas de las estaciones de la ZRA indican cuatro agrupaciones marcadas por grados de similitud; el primer grupo se compone de 18 muestras (ZI-22-IHR-R1-209, ZI-22-IHR-R2-211, ZI-22-ISR-R1-210, ZI-22-ISR-R2-212, ZI-22-ISR-R3-214, ZI-23-IHB-R1-338, ZI-23-ISB-R1-365, ZI-23-ISR-R1-216, ZI-26-IHB-R1-341, ZI-26-IHR-R1-219, ZI-26-ISB-R1-368, ZM-10-20, ZM-10-21, ZM-10-24, ZM-10-29, ZM-10-34, ZM-10-37 y ZM-15-03); estas muestras presentan una abundancia de entre 2 y 666 organismos, con riquezas de entre 1 a 4 especies. La segunda agrupación está compuesta por 3 estaciones, ZM-10-32, ZM-10-38 y ZM-15-04, su similitud radica en que estas estaciones poseen las riquezas más altas del sitio (S=5 y 6) pero abundancias bajas-medias (N=14 y 28), comportamiento característico de la zona submareal. El siguiente grupo posee las abundancias más altas (N=1,647 a 2,934), pero con riquezas bajas (S=2 a 4), compuesto de las estaciones intermareales ZI-22-IHR-R3-213, ZI-23-IHR-R1-215, ZI-23-IHR-R2-217 y ZI-23-ISR-R2-218.

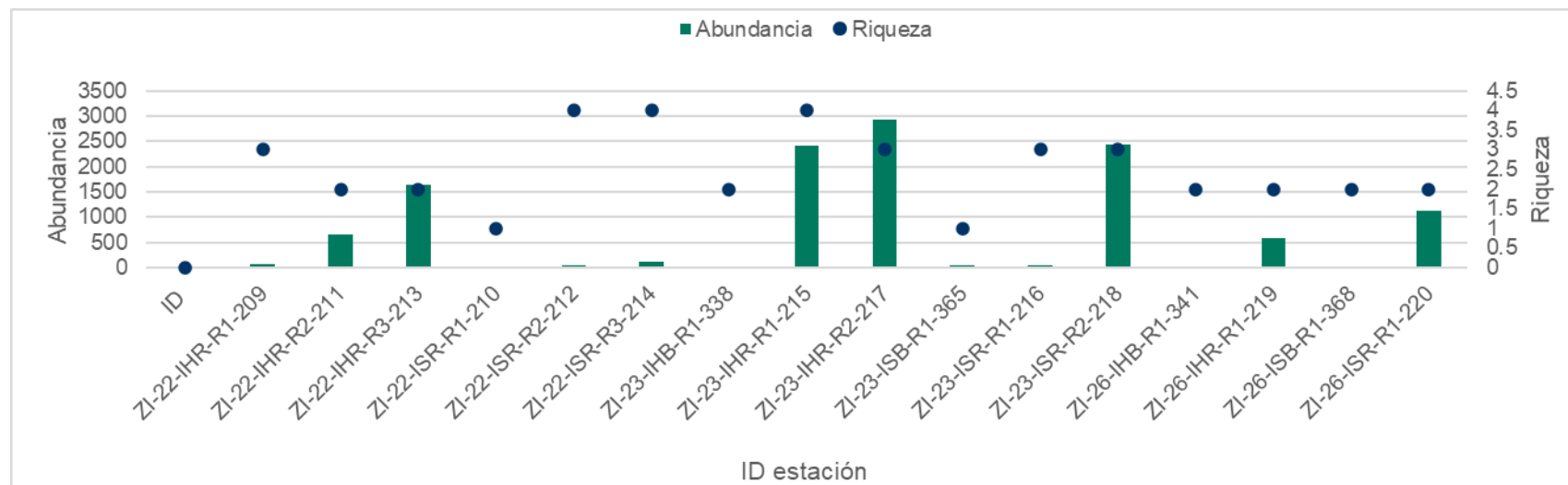
Por último, el dendograma separa a ZI-26-ISR-R1-220, como la estación con menor grado de similitud respecto a las demás, con una N=1114 y una S=2.

Tabla 104 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos.

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
1	ZI-22-IHR-R1-209	ZI-22	0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.46	0.14	0.13	74	3	0.05
2	ZI-22-IHR-R2-211		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.15	0.02	0.03	666	2	0.01
3	ZI-22-IHR-R3-213		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.14	0.01	0.02	1647	2	0.00
4	ZI-22-ISR-R1-210		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
5	ZI-22-ISR-R2-212		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.75	1.15	0.83	54	4	0.65
6	ZI-22-ISR-R3-214		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.63	0.93	0.67	114	4	0.52
7	ZI-23-IHB-R1-338	ZI-23	0 a 5	Blando	Intermareal	0.62	0.50	0.72	5	2	0.32
8	ZI-23-IHR-R1-215		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.39	0.07	0.05	2408	4	0.02
9	ZI-23-IHR-R2-217		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.25	0.22	0.20	2934	3	0.10
10	ZI-23-ISB-R1-365		0 a 5	Blando	Intermareal	0.00	0.00	0.00	52	1	0.00
11	ZI-23-ISR-R1-216		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.55	0.64	0.59	37	3	0.36
12	ZI-23-ISR-R2-218		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.26	0.65	0.60	2425	3	0.39
13	ZI-26-IHB-R1-341	ZI-26	0 a 5	Blando	Intermareal	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
14	ZI-26-IHR-R1-219		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.16	0.02	0.03	590	2	0.01
15	ZI-26-ISB-R1-368		0 a 5	Blando	Intermareal	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
16	ZI-26-ISR-R1-220		0 a 5	Rocoso	Intermareal	0.14	0.01	0.02	1114	2	0.00
17	ZM-10-20-SHA-R1-223	ZM-10-20	15 a 20	Arenoso	Submareal	1.25	1.24	0.89	11	4	0.68
18	ZM-10-21-SHA-R1-224	ZM-10-21	15 a 20	Arenoso	Submareal	0.58	0.25	0.18	178	4	0.10
19	ZM-10-24-SHA-R1-225	ZM-10-24	15 a 20	Arenoso	Submareal	1.44	1.04	0.95	4	3	0.63
20	ZM-10-29-SHA-R1-226	ZM-10-29	15 a 20	Arenoso	Submareal	0.45	0.81	0.74	88	3	0.53
21	ZM-10-32-SHA-R1-227	ZM-10-32	15 a 20	Arenoso	Submareal	1.50	1.42	0.79	28	6	0.70

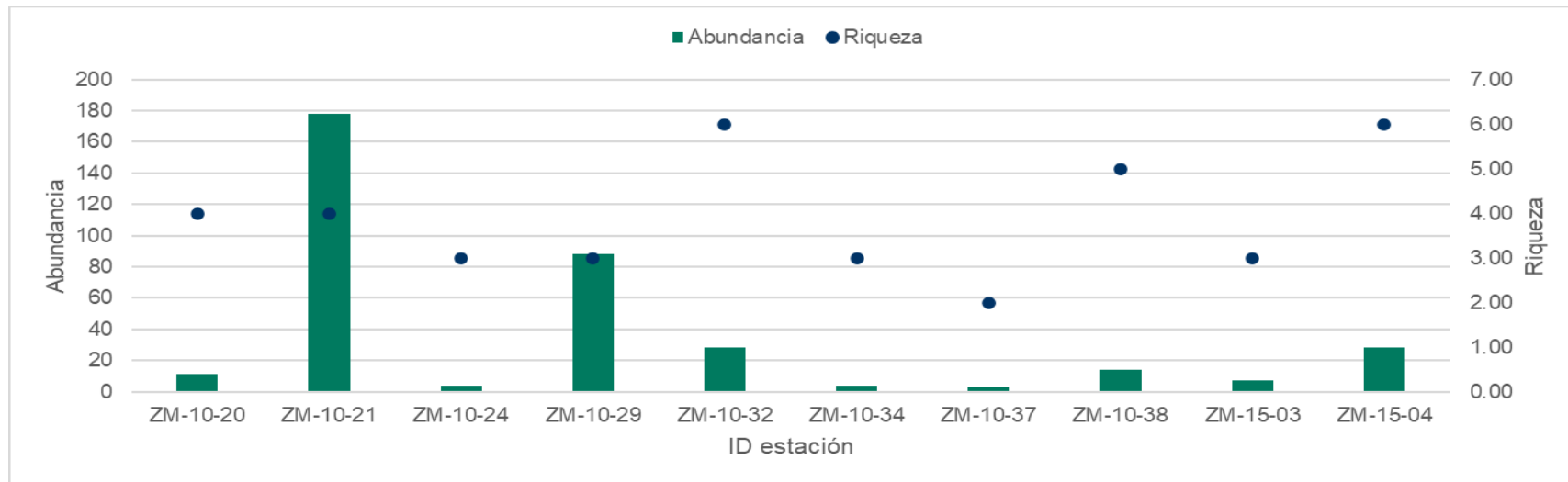
N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
22	ZM-10-34-SHA-R1-228	ZM-10-34	10 a 15	Arenoso	Submareal	1.44	1.04	0.95	4	3	0.63
23	ZM-10-37-SHF-R1-229	ZM-10-37	10 a 15	Fangoso	Submareal	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
24	ZM-10-38-SHA-R1-230	ZM-10-38	10 a 15	Arenoso	Submareal	1.52	1.47	0.91	14	5	0.74
25	ZM-15-03-SHF-R1-249	ZM-15-03	15 a 20	Fangoso	Submareal	1.03	0.96	0.87	7	3	0.57
26	ZM-15-04-SHA-R1-250	ZM-15-04	10 a 15	Arenoso	Submareal	1.50	1.42	0.79	28	6	0.70

Fuente: ERM, 2023



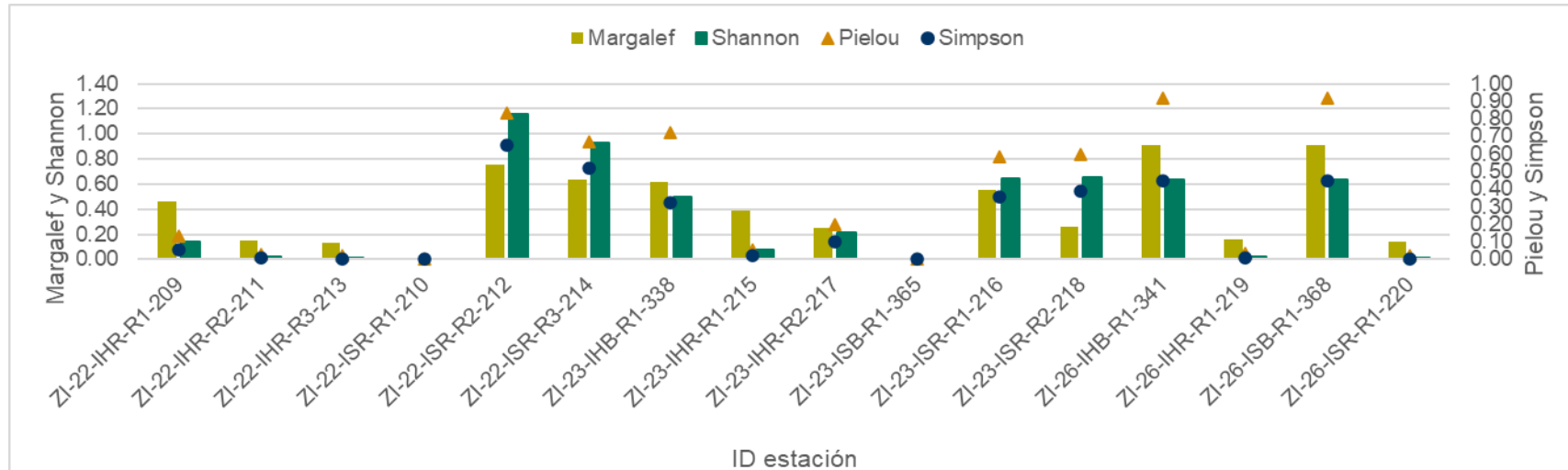
Fuente: ERM, 2023

Figura 129 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en la ZRA para la zona intermareal.



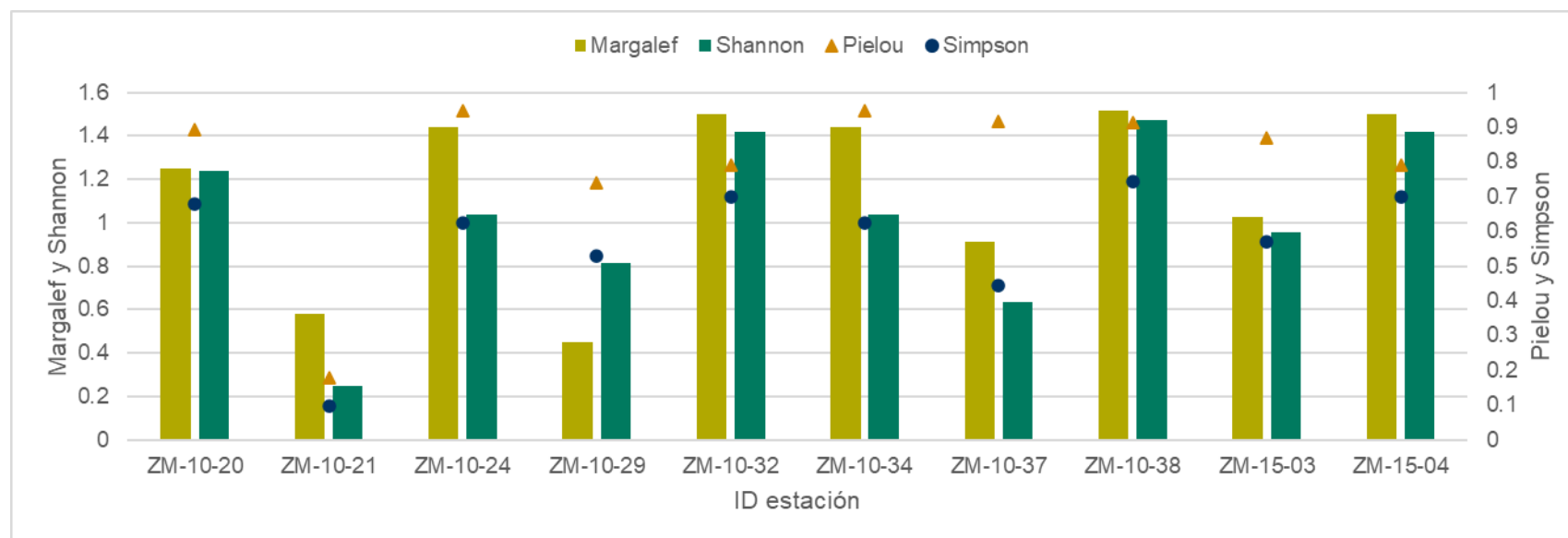
Fuente: ERM, 2023

Figura 130 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en la ZRA para la zona submareal.



Fuente: ERM, 2023

Figura 131 Índices de diversidad de Margalef y Shannon, equidad de Pielou y dominancia de Simpson en la ZRA para la zona intermareal.



Fuente: ERM, 2023

Figura 132 Índices de diversidad de Margalef y Shannon, equidad de Pielou y dominancia de Simpson en la ZRA para la zona intermareal.

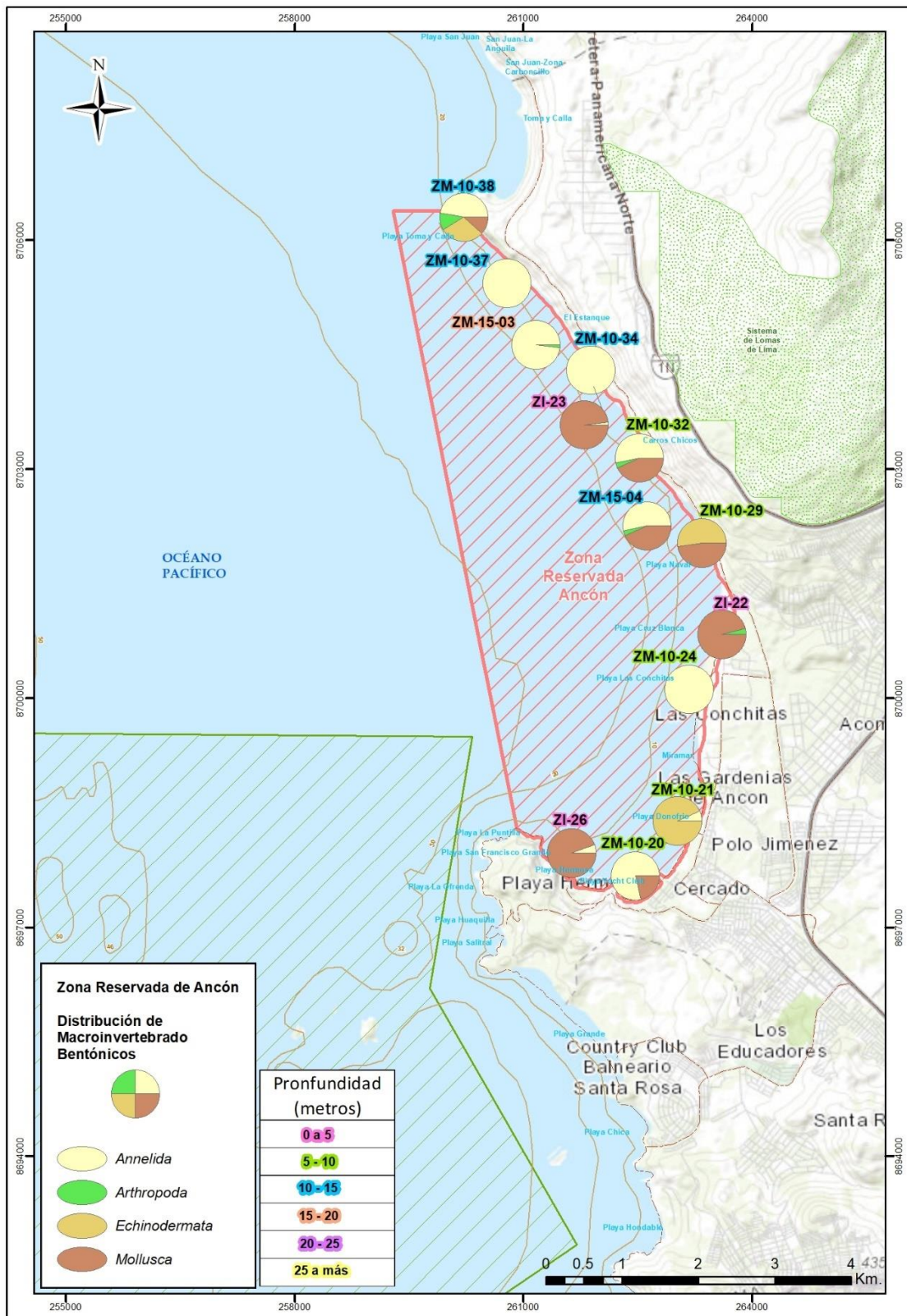
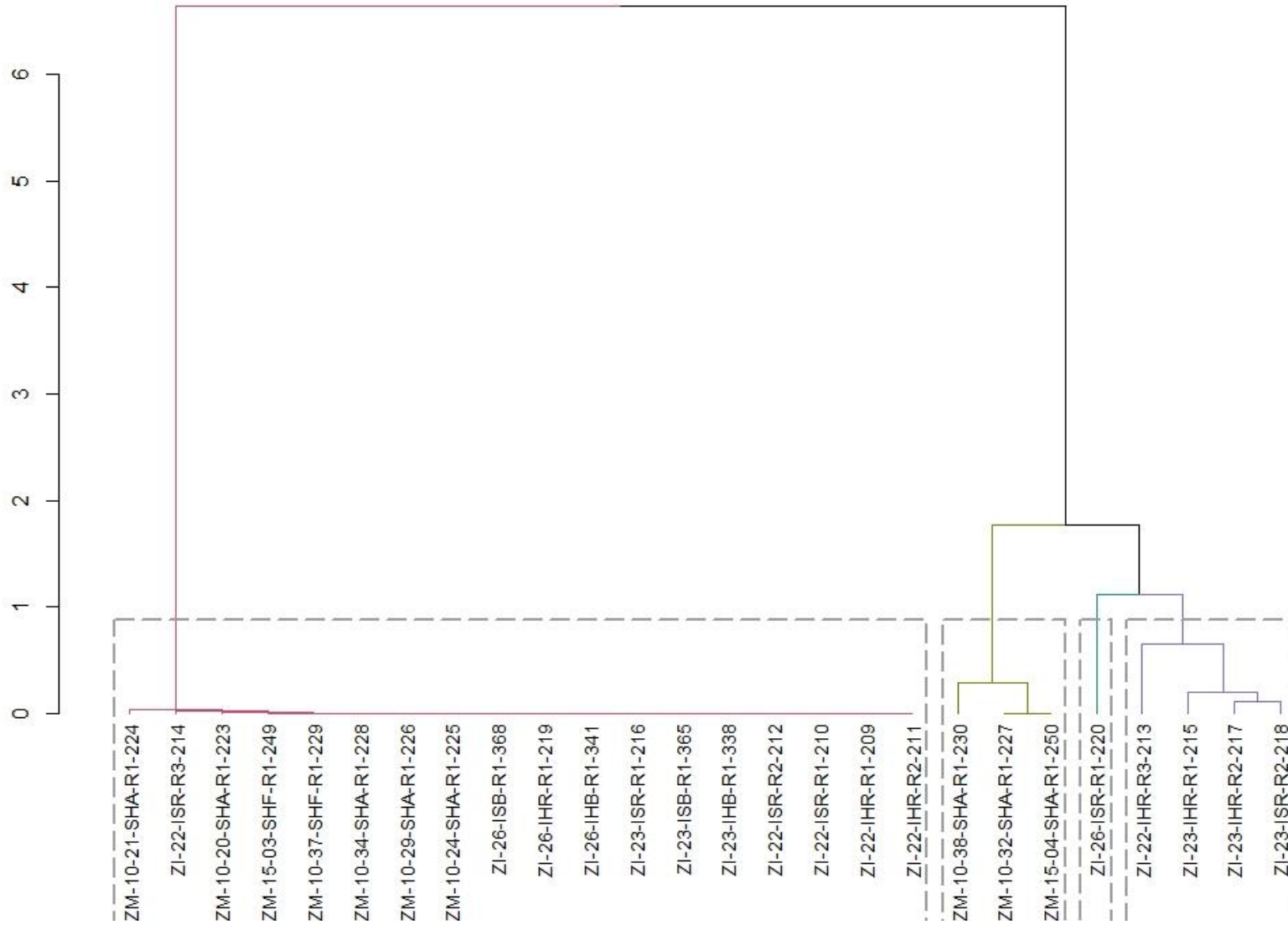


Figura 133 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos en la ZRA.

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 134 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones en el ZRA.

7.2.2.3 Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores

En total se muestrearon 170 muestras y en 93 de ellas se registró presencia de macroinvertebrados bentónicos (Tabla 107). El área de RNSIIPG – Grupo Pescadores presenta diversidad de sustratos, fangoso, rocoso, con conchuela, arenoso, y en algunos casos mixtos, esto le proporciona al área una riqueza considerable de especies, siendo la estación GP-50-47 la que presenta la mayor riqueza, con 14 especies.

La estación GP-30-129 con sustrato rocoso, presentó la mayor abundancia, con 848 organismos, el mayor aporte fue dado por el molusco bivalvo *Leukoma antiqua*, seguido del ofiuroido *Ophiactis* sp. Las grabaciones del ROV tomadas en dicha estación también registraron al molusco gasterópodo *Felicioliva peruviana* (Anexo 6).

En la Tabla 105 se presentan los resultados de los promedios globales para las estaciones ubicadas en las RNSIIPG – Grupo Pescadores, estas se encuentran subclasificadas por el rango de profundidad, siendo el estrato de 10 a 15 m el más abundante y con mayor riqueza promedio.

El comportamiento de abundancia y riqueza puede ser observado a detalle en el gráfico de la Figura 135, mientras que la distribución de los índices de diversidad, equidad y dominancia, se pueden apreciar a detalle en la Figura 136 de la presente sección.

Tabla 105 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores

Zona	Rango de profundidad (m)	Abundancia (N)	Riqueza (S)	Margalef (D_{Mg})	Shannon-Wiener (H')	Pielou (J')	Simpson (D)
Intermareal + Submareal	0 a >25	66.18	4.25	0.98	0.83	0.60	0.44
	5 a 10	43.40	5.20	1.14	1.03	0.65	0.50
Submareal	10 a 15	291.29	6.86	1.19	0.87	0.48	0.41
	15 a 20	53.04	4.04	1.04	0.86	0.69	0.46
	20 a 25	35.21	3.71	0.87	0.78	0.57	0.41
	>25	63.50	4.30	0.96	0.83	0.56	0.43

Fuente: ERM, 2023

Los mapas referidos en la Fuente: ERM, 2023

Figura 137, Fuente: ERM, 2023

Figura 138, Fuente: ERM, 2023

Figura 139 y Fuente: ERM, 2023

Figura 140 corresponden al área RNSIIPG – Grupo Pescadores, en estas se presentan las 92 estaciones, las cuales fueron divididas por subgrupos de islas para su mejor representación. A continuación, se detallan los subgrupos y los taxa que los componen:

- Subgrupo 1, compuesto por Isla Grupo de Pescadores, Islote Gallinazos e Islote Turbao con estaciones y profundidades entre 5 m a más de 25 m (Fuente: ERM, 2023)

- Figura 137).

Este subgrupo de islas queda representado por 5 taxas, siendo estos, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Mollusca y Porifera. Aunque se obtuvo una baja colecta de este último grupo, en los videos del ROV (Anexo 6) existe evidencia visual de la presencia y abundancia de esponjas, sobre todo en los sitios con sustrato rocoso de este Subgrupo.

Las estaciones con mayor riqueza de taxas y que presentaron 4 de los 5 Phylum registrados para el monitoreo son GP-50-47 (con una profundidad de 23.3 m), GP-50-12 (con una profundidad de 19.5 m), GP-50-22 y GP-50-15 (6.8 m y 6.2 m respectivamente). En este sitio predomina el Phylum Mollusca siendo este el más frecuente en todos los sitios de muestreo. No obstante, cabe mencionar que en las grabaciones del ROV en dichas estaciones también fueron registradas especies de esponjas, anémonas, “erizo negro” *Tetrapyrgus niger* y las estrellas de mar *Heliaster helianthus* y *Stichaster striatus*, crustáceos como el cangrejo peludo *Romaleon setosum* y *Peloeus armatus* (Anexo 6).

Adicionalmente, para las estaciones del Subgrupo 1 ubicadas alrededor del Islote Gallinazos también fue reportada por el ROV una comunidad dinámica, con una estructura heterogénea y con presencia de otras especies como el equinoideo *Arbacia spatuligera*, la macha *Mesodesma donacium* y la “jaiva” *Cancer porteri*. En las estaciones ubicadas alrededor de Isla Grande destacaron mayormente erizos como *Loxechinus albus*, estrellas de mar como *Asterina* sp., moluscos como *Fissurella* sp. y *Tagelus dombeii*. De igual manera, alrededor del islote Turbao, destacó la presencia de la anémona *Phymactis papillosa*. En cuanto a las estaciones alrededor del islote Gallinazos, se observaron otras especies como las medusas *Chrysaora plocamia*, moluscos gasterópodos como *Tegula* sp., *Thaissella chocolata* y *Crepidipatella* sp. y peces como la pintadilla *Cheilodactylus variegatus*, el borracho *Scartichthys gigas* y *Chromis* sp. (Anexo 6).

La distribución de los taxa alrededor de estos grupos de islas responde al tipo de sustrato, que en la mayor parte de las estaciones es rocoso y con presencia de conchuela.

- Subgrupo 2, integrado por Isla Huacas con 10 estaciones de muestreo, con profundidades de 10 m a más de 25 m.

Este Subgrupo también tiene predominancia de moluscos presentes en todos los puntos de muestreo y en segundo lugar los equinodermos que se encuentran en 7 de las 10 estaciones. También se reporta a los demás Phylum descritos para el Subgrupo 1. Asimismo, en este Subgrupo es donde se encuentra la segunda estación en donde se colectó al taxa Porífera.

De manera complementaria, en las grabaciones del ROV correspondientes a las estaciones del Subgrupo 2, se registró la presencia de estrellas de mar, dominancia de erizos, anémonas, el chitón *Acanthopleura echinata*, el caracol rosado *Crossata ventricosa*, una colonia de cangrejos *Brachyura* y de la especie *Cancer porteri*, medusas de la especie *Chrysaora plocamia*, peces como la “pintadilla” *Cheilodactylus variegatus*, la “chita” *Anisotremus scapularis* y el “borracho” *Scartichthys gigas* (Anexo 6).

- Subgrupo 3, corresponde al Islote Dos Hermanas, Isla Pata de Cabra e Islote Mata Cuatro con 35 estaciones y con profundidades de 10 m a más de 25 m.

El tercer subgrupo de estaciones de islas presenta un Phylum más, el de cnidarios, representado por la especie *Anthothoe chilensis*, una anémona colectada en dos estaciones, siendo GP-30-104 una de ellas, y ubicada entre las islas Pata de Cabra e islote Dos Hermanas. Dicho organismo es característico de sustrato intermareal y submareal rocoso en la costa de Perú (Retuerto F. *et al.*, 2007), y ha sido descrita

en reportes científicos por presentar importantes asociaciones con diversos organismos macrobentónicos, tales como poliquetos, nematodos, pycnogónidos y crustáceos principalmente (Excoffon A. *et al*, 1999).

Esta estación también presenta la mayor riqueza con 4 taxa, aunque estas estaciones se encuentran dominadas por la presencia de moluscos y equinodermos en general.

De acuerdo con lo reportado en las grabaciones del ROV, en las estaciones que conforman al Subgrupo 3, también se registraron otras especies de cnidarios como *Chrysaora plocamia*, equinodermos como la estrella de mar *Stichaster striatus*, el erizo negro *Tetrapyrgus niger*, el erizo *Loxechinus albus* y *Arbacia spatuligera*, moluscos como *Mesodesma donacium*, *Prunum curtum*, el “chorito negro” *Semimytilus patagonicus*, gasterópodos como *Tegula atra*, el “caracol negro” *Thaissella chocolata* y el pique *Crepipatella* sp., crustáceos como la “jaiva” *Cancer porteri* y el “cangrejo de las rocas” *Petrolisthes* sp., y peces como la “pintadilla” *Cheilodactylus variegatus*. De manera particular, en las estaciones alrededor del Islote Dos Hermanas se registraron aglomeraciones masivas de ofiuroides (Anexo 6).

- Subgrupo 4, representado por Isla Los Lobos, en la cual se evaluaron 7 estaciones con profundidades de 15 m a más de 25 m.

Este Subgrupo, al igual que los demás, presenta una dominancia marcada por parte de los moluscos en la estación GP-30-153, que presenta la mayor dominancia dada por la almeja rayada *Leukoma antiqua*. Otra especie de molusco registrada en las grabaciones del ROV contempla a una gran abundancia del “chorito negro” *Semimytilus patagonicus* adheridos al sustrato rocoso (Anexo 6). En contraste, la estación que presentó mayor número de especies es la GP-30-162, siendo las más abundantes *Nassarius dentifer*, *Semimytilus patagonicus* y *Ophiactis* sp., reportándose un solo individuo del crustáceo *Romaleon setosum*. De acuerdo con las grabaciones del ROV (ver Anexo 6), la estación GP-30-162 presenta un sustrato de tipo rocoso, lo cual favorece el desarrollo y la permanencia de dichas especies en el área.

De manera complementaria, las grabaciones del ROV en las estaciones del Subgrupo 4 permitieron el registro de cnidarios como la medusa *Chrysaora plocamia*, la “rascacha” *Oulactis concinnata*, las anémonas *Phymactis papillosa* y *Phymantea pluvia*, equinodermos como el “erizo negro” *Tetrapyrgus niger*, la estrella de mar *Stichaster striatus* y *Heliaster helianthus*, crustáceos como la “jaiva” *Cancer porteri*, y otros cangrejos (Brachyura), así como peces como la pintadilla *Cheilodactylus variegatus* (Anexo 6).

El índice de similitud de Bray-Curtis arrojó un dendograma con 4 subgrupos que comparten similitud de abundancia y riqueza entre sí; el primero y más grande de ellos está representado por un total de 63 estaciones, que tiene un grado de diferencia respecto a la abundancia de las especies entre los otros 3 sitios; el siguiente grupo más grande está compuesto por 15 estaciones todas submareales, compuesta por las estaciones GP-50-08, GP-50-12, GP-50-20, GP-50-33, GP-50-38 y GP-50-39, pertenecientes al subgrupo 1 (Isla Grupo de Pescadores, Islote Gallinazos e Islote Turbao), una estación del subgrupo 2 GP-50-62-SHF-R1-170, tres estaciones del subgrupo 3 (GP-30-104, GP-30-117 y GP-30-129), y dos del subgrupo 4 (GP-30-156 y GP-30-159). Estas estaciones poseen las riquezas más altas (S=7 a 14).

La tercera agrupación por similitud presenta una S=6, y abundancias de entre N=20 y 108, que agrupa a 10 estaciones, siendo estas, GP-30-148, GP-50-10, GP-50-15, GP-50-18, GP-50-21, GP-50-24, GP-50-28, GP-50-55, GP-50-59 y GP-50-60.

La agrupación con las mayores abundancias está dada por las estaciones GP-30-118, GP-30-119, GP-30-139, GP-30-162 y GP-30-89, con las menores riquezas del sitio S=3 a 5, tres de ellas ubicadas en el Subgrupo 3 (Islote Dos Hermanas, Isla Pata de Cabra e Islote Mata Cuatro) excepto por GP-30-162, perteneciente al Subgrupo 4 (representado por Isla Los Lobos).

Tabla 106 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
1	GP-30-101-SHR-R1-23	GP-30-101	5 a 10	Rocoso	Submareal	0.27	0.42	0.60	41	2	0.25
2	GP-30-104-SHR-R1-28	GP-30-104	5 a 10	Rocoso	Submareal	2.11	1.78	0.77	71	10	0.78
3	GP-50-02-SHC-R1-118	GP-50-02	5 a 10	Conchuela	Submareal	0.84	0.91	0.66	35	4	0.52
4	GP-50-15-SHR-R1-129	GP-50-15	5 a 10	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.73	1.54	0.86	18	6	0.75
5	GP-50-22-SHR-R1-136	GP-50-22	5 a 10	Rocoso	Submareal	0.76	0.47	0.34	52	4	0.21
6	GP-30-111-SHA-R1-36	GP-30-111	10 a 15	Arenoso/Conchuela/Grava	Submareal	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
7	GP-30-117-SHR-R1-43	GP-30-117	10 a 15	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.57	0.63	0.26	586	11	0.25
8	GP-30-129-SHR-R1-60	GP-30-129	10 a 15	Rocoso	Submareal	1.78	1.61	0.63	848	13	0.69
9	GP-30-130-SHR-0-61	GP-30-130	10 a 15	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.87	1.07	0.77	31	4	0.57
10	GP-30-89-SHR-R1-99	GP-30-89	10 a 15	Rocoso	Submareal	0.50	0.15	0.11	399	4	0.05
11	GP-50-16-SHR-R1-130	GP-50-16	10 a 15	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.44	1.04	0.95	4	3	0.63
12	GP-50-62-SHF-R1-170	GP-50-62	10 a 15	Fangoso/Conchuela	Submareal	2.14	1.57	0.63	169	12	0.68
13	GP-30-105-SHF-R1-29	GP-30-105	15 a 20	Fangoso/Conchuela	Submareal	1.24	1.46	0.91	25	5	0.75
14	GP-30-108-SHA-R1-33	GP-30-108	15 a 20	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.30	0.25	0.36	29	2	0.13
15	GP-30-115-SHR-R1-41	GP-30-115	15 a 20	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.30	0.69	0.99	27	2	0.49
16	GP-30-116-SHR-R1-42	GP-30-116	15 a 20	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
17	GP-30-118-SHR-R1-45	GP-30-118	15 a 20	Rocoso	Submareal	0.37	0.52	0.47	208	3	0.29

Informe

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
18	GP-30-119-SHR-R1-47	GP-30-119	15 a 20	Rocoso	Submareal	0.66	0.30	0.19	416	5	0.12
19	GP-30-122-SHA-R1-51	GP-30-122	15 a 20	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	6	1	0.00
20	GP-30-159-SHR-R1-85	GP-30-159	15 a 20	Rocoso	Submareal	2.01	1.64	0.66	238	12	0.76
21	GP-30-81-SHA-R1-93	GP-30-81	15 a 20	Arenoso/Pedregoso	Submareal	0.00	0.00	0.00	14	1	0.00
22	GP-30-82-SHR-R1-94	GP-30-82	15 a 20	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.25	1.26	0.91	11	4	0.69
23	GP-30-91-SHA-R1-102	GP-30-91	15 a 20	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.73	0.86	0.62	60	4	0.44
24	GP-30-93-SHR-R1-105	GP-30-93	15 a 20	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.48	0.66	0.95	8	2	0.47
25	GP-32-72-SHA-R1-114	GP-32-72	15 a 20	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.52	0.49	0.44	46	3	0.26
26	GP-32-73-SHA-R1-115	GP-32-73	15 a 20	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.24	0.54	0.78	65	2	0.36
27	GP-50-03-SHC-R1-119	GP-50-03	15 a 20	Conchuela	Submareal	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
28	GP-50-05-SHR-R1-121	GP-50-05	15 a 20	Rocoso	Submareal	1.18	0.67	0.42	30	5	0.30
29	GP-50-06-SHC-R1-122	GP-50-06	15 a 20	Conchuela	Submareal	0.72	0.56	0.81	4	2	0.38
30	GP-50-08-SHC-R1-124	GP-50-08	15 a 20	Conchuela	Submareal	2.14	1.26	0.57	42	9	0.55
31	GP-50-10-SHC-R1-126	GP-50-10	15 a 20	Conchuela	Submareal	1.67	1.66	0.93	20	6	0.79
32	GP-50-12-SHF-R1-128	GP-50-12	15 a 20	Fangoso	Submareal	2.58	1.71	0.82	15	8	0.74
33	GP-50-17-SHC-R1-131	GP-50-17	15 a 20	Conchuela	Submareal	0.61	0.74	0.68	26	3	0.42
34	GP-50-18-SHR-R1-132	GP-50-18	15 a 20	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.42	1.28	0.71	34	6	0.64
35	GP-50-33-SH--R1-146	GP-50-33	15 a 20	Rocoso	Submareal	1.82	1.65	0.85	27	7	0.77

Informe

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
36	GP-50-36-SHD-R1-147	GP-50-36	15 a 20	Rocoso	Submareal	1.82	1.10	1.00	3	3	0.67
37	GP-50-57-SHR-R1-166	GP-50-57	15 a 20	Rocoso	Submareal	0.40	0.56	0.81	12	2	0.38
38	GP-50-58-SHR-R1-167	GP-50-58	15 a 20	Rocoso	Submareal	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
39	GP-50-60-SHR-R1-169	GP-50-60	15 a 20	Rocoso	Submareal	1.22	1.32	0.74	60	6	0.63
40	GP-30-106-SHR-R1-30	GP-30-106	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	11	1	0.00
41	GP-30-109-SHA-R1-34	GP-30-109	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.74	0.76	0.70	15	3	0.43
42	GP-30-110-SHA-R1-35	GP-30-110	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.87	1.05	0.96	10	3	0.64
43	GP-30-112-SHA-R1-38	GP-30-112	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
44	GP-30-114-SHR-R1-40	GP-30-114	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.63	0.46	0.42	24	3	0.23
45	GP-30-123-SHR-R1-52	GP-30-123	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
46	GP-30-124-SHA-R1-53	GP-30-124	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
47	GP-30-127-SHA-R1-58	GP-30-127	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.37	0.67	0.97	15	2	0.48
48	GP-30-139-SHR-R1-71	GP-30-139	20 a 25	Rocoso	Submareal	0.68	0.97	0.60	350	5	0.58
49	GP-30-140-SHR-R1-72	GP-30-140	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.02	0.95	0.69	19	4	0.53
50	GP-30-153-SHR-R1-82	GP-30-153	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	4	1	0.00
51	GP-30-92-SHR-R1-104	GP-30-92	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.38	0.60	0.86	14	2	0.41
52	GP-30-96-SHA-R1-109	GP-30-96	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
53	GP-32-71-SHA-R1-113	GP-32-71	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	6	1	0.00

Informe

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
54	GP-50-01-SHC-R1-117	GP-50-01	20 a 25	Conchuela	Submareal	1.14	1.25	0.78	33	5	0.64
55	GP-50-04-SHC-R1-120	GP-50-04	20 a 25	Conchuela	Submareal	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
56	GP-50-07-SHC-R1-123	GP-50-07	20 a 25	Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
57	GP-50-09-SHC-R1-125	GP-50-09	20 a 25	Conchuela	Submareal	1.74	1.42	0.88	10	5	0.72
58	GP-50-11-SHC-R1-127	GP-50-11	20 a 25	Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	15	1	0.00
59	GP-50-19-SHR-R1-133	GP-50-19	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.80	1.19	0.86	43	4	0.67
60	GP-50-20-SHR-R1-134	GP-50-20	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.85	1.87	0.90	44	8	0.83
61	GP-50-21-SHR-R1-135	GP-50-21	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.57	1.36	0.76	24	6	0.65
62	GP-50-26-SHD-R1-139	GP-50-26	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.24	0.95	0.86	5	3	0.56
63	GP-50-27-SHC-R1-140	GP-50-27	20 a 25	Conchuela	Submareal	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
64	GP-50-28-SH--R1-141	GP-50-28	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.20	0.87	0.49	64	6	0.40
65	GP-50-29-SHR-R1-142	GP-50-29	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.67	1.24	0.90	6	4	0.67
66	GP-50-31-SHR-R1-144	GP-50-31	20 a 25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.38	0.41	0.59	14	2	0.24
67	GP-50-38-SH--R1-149	GP-50-38	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.56	1.33	0.61	171	9	0.67
68	GP-50-39-SH--R1-150	GP-50-39	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.67	1.47	0.75	36	7	0.70
69	GP-50-44-SHR-R1-153	GP-50-44	20 a 25	Rocoso	Submareal	2.09	1.58	0.66	119	11	0.69
70	GP-50-48-SHR-R1-157	GP-50-48	20 a 25	Rocoso	Submareal	1.29	1.23	0.76	22	5	0.65
71	GP-50-49-SHR-R1-158	GP-50-49	20 a 25	Rocoso	Submareal	2.73	2.12	0.92	27	10	0.86

Informe

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
72	GP-50-53-SHA-R1-162	GP-50-53	20 a 25	Arenoso/Conchuela	Submareal	0.31	0.55	0.80	25	2	0.36
73	GP-50-56-SHC-R1-165	GP-50-56	20 a 25	Conchuela	Submareal	0.73	0.77	0.56	61	4	0.47
74	GP-30-133-SHR-R1-65	GP-30-133	>25	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.03	0.80	0.72	7	3	0.45
75	GP-30-144-SHR-R1-74	GP-30-144	>25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.43	0.70	0.63	106	3	0.47
76	GP-30-148-SHR-R1-79	GP-30-148	>25	Rocoso/Conchuela	Submareal	1.07	1.44	0.81	108	6	0.75
77	GP-30-156-SHR-R1-83	GP-30-156	>25	Rocoso	Submareal	1.64	0.92	0.40	239	10	0.38
78	GP-30-162-SHR-R1-88	GP-30-162	>25	Rocoso	Submareal	0.34	0.54	0.49	335	3	0.29
79	GP-30-98-SHR-R1-111	GP-30-98	>25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	3	1	0.00
80	GP-50-23-SHC-R1-137	GP-50-23	>25	Conchuela	Submareal	1.82	1.10	1.00	3	3	0.67
81	GP-50-24-SHA-R1-138	GP-50-24	>25	Arenoso	Submareal	1.53	1.34	0.75	26	6	0.63
82	GP-50-30-SHR-R1-143	GP-50-30	>25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.91	0.94	0.85	9	3	0.57
83	GP-50-32-SHR-R1-145	GP-50-32	>25	Rocoso/Conchuela	Submareal	0.68	0.41	0.37	19	3	0.19
84	GP-50-37-SHD-R1-148	GP-50-37	>25	Rocoso	Submareal	0.29	0.43	0.63	32	2	0.26
85	GP-50-41-SHC-R1-151	GP-50-41	>25	Conchuela	Submareal	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
86	GP-50-43-SHR-R1-152	GP-50-43	>25	Rocoso	Submareal	1.25	1.03	0.75	11	4	0.55
87	GP-50-46-SH--R1-155	GP-50-46	>25	Rocoso	Submareal	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
88	GP-50-47-SHR-R1-156	GP-50-47	>25	Rocoso	Submareal	2.34	1.82	0.69	258	14	0.73
89	GP-50-55-SHR-R1-164	GP-50-55	>25	Rocoso	Submareal	1.38	1.12	0.63	37	6	0.56

N°	ID	Estación	Rango (m)	Sustrato	Zona	Margalef	Shannon-Wiener	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
90	GP-50-59-SHA-R1-168	GP-50-59	>25	Arenoso/Conchuela	Submareal	2.01	1.47	0.82	12	6	0.69
91	GP-50-63-SHR-R1-171	GP-50-63	>25	Rocoso	Submareal	1.10	1.36	0.84	38	5	0.71
92	GP-50-64-SHR-R1-172	GP-50-64	>25	Rocoso	Submareal	1.29	1.23	0.76	22	5	0.65
93	ZM-30-08-SHF-R1-274	ZM-30-08	>25	Fangoso	Submareal	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00

Fuente: ERM, 2023

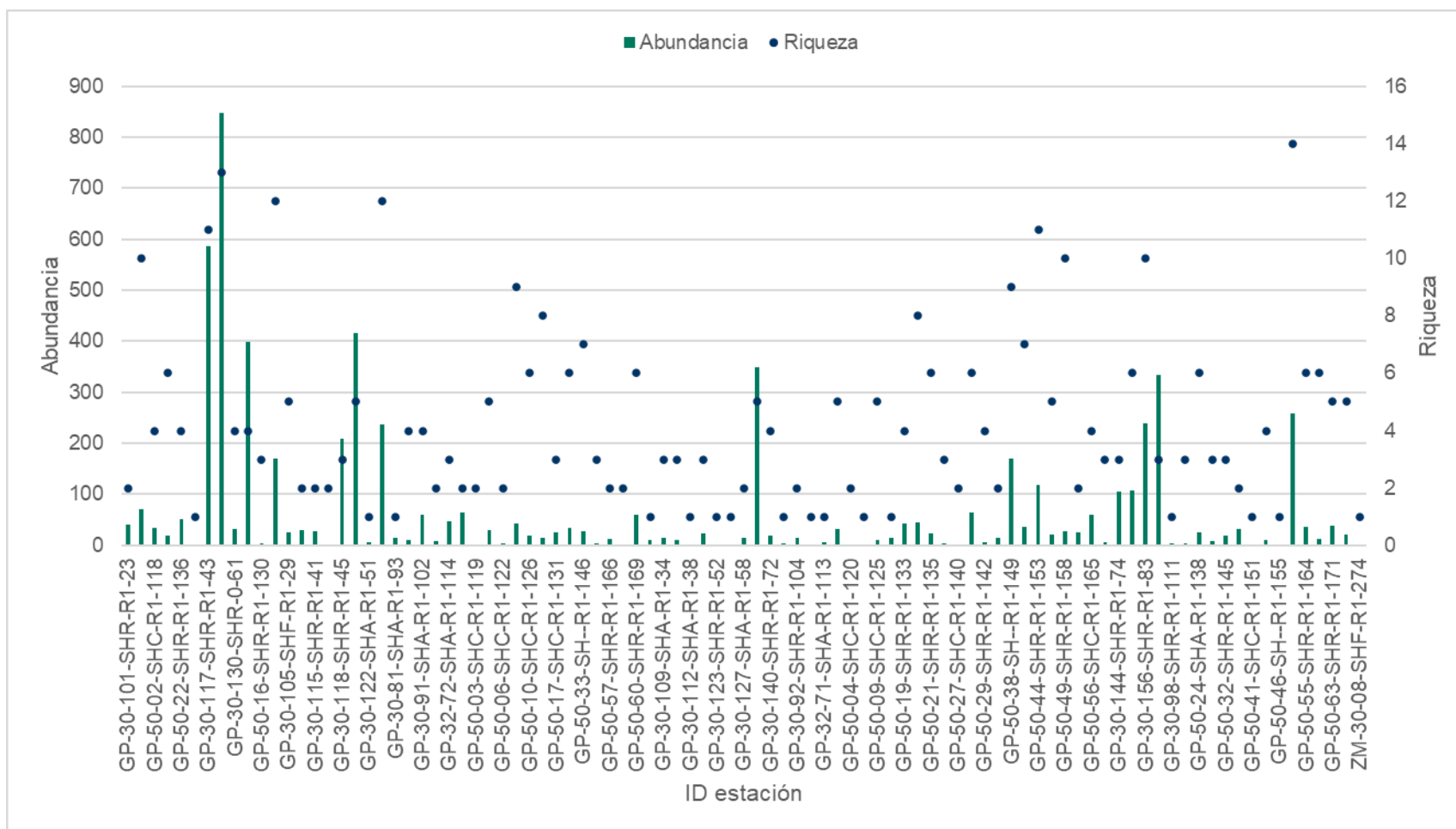


Figura 135 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores para la zona submareal.

Fuente: ERM, 2023

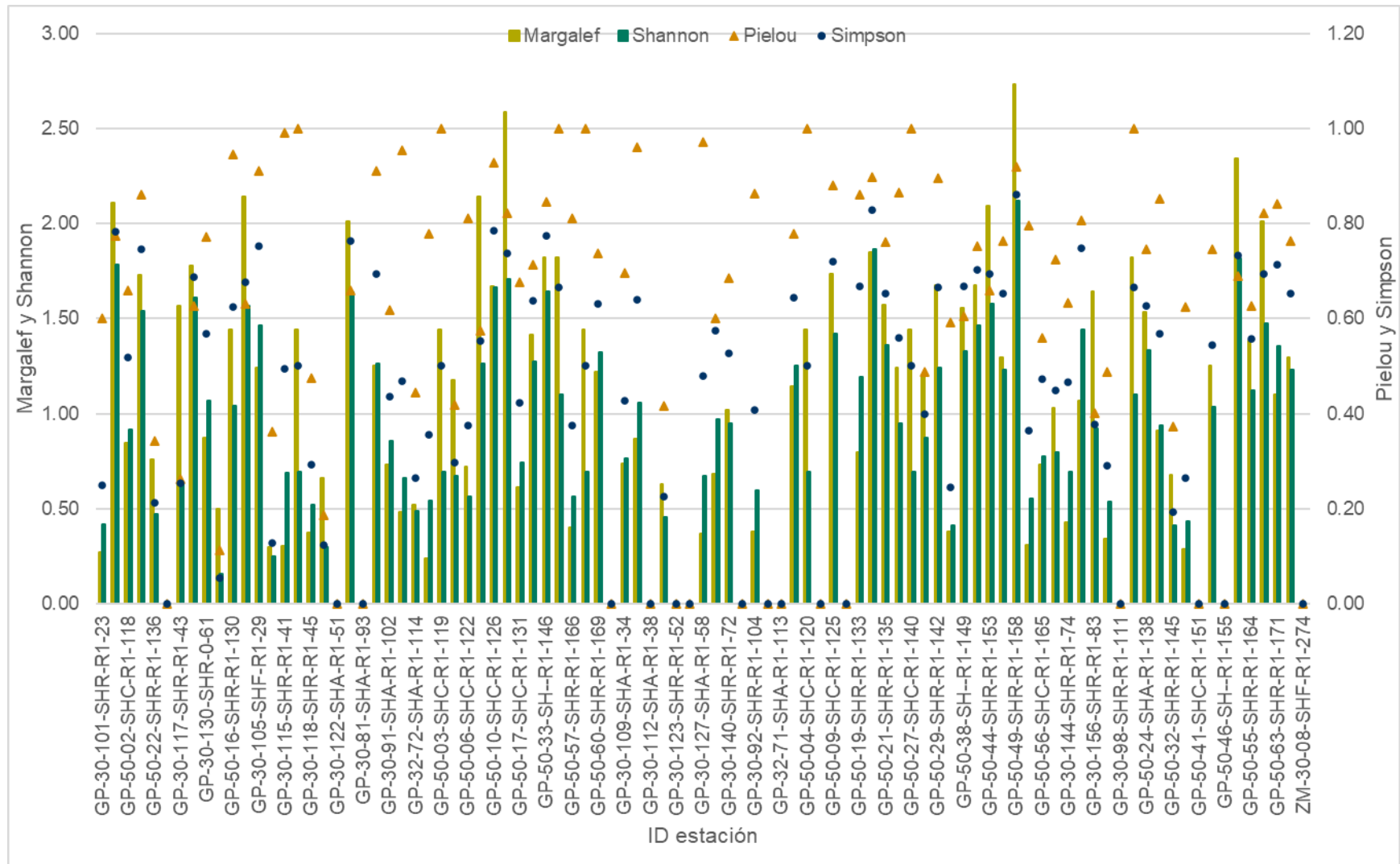
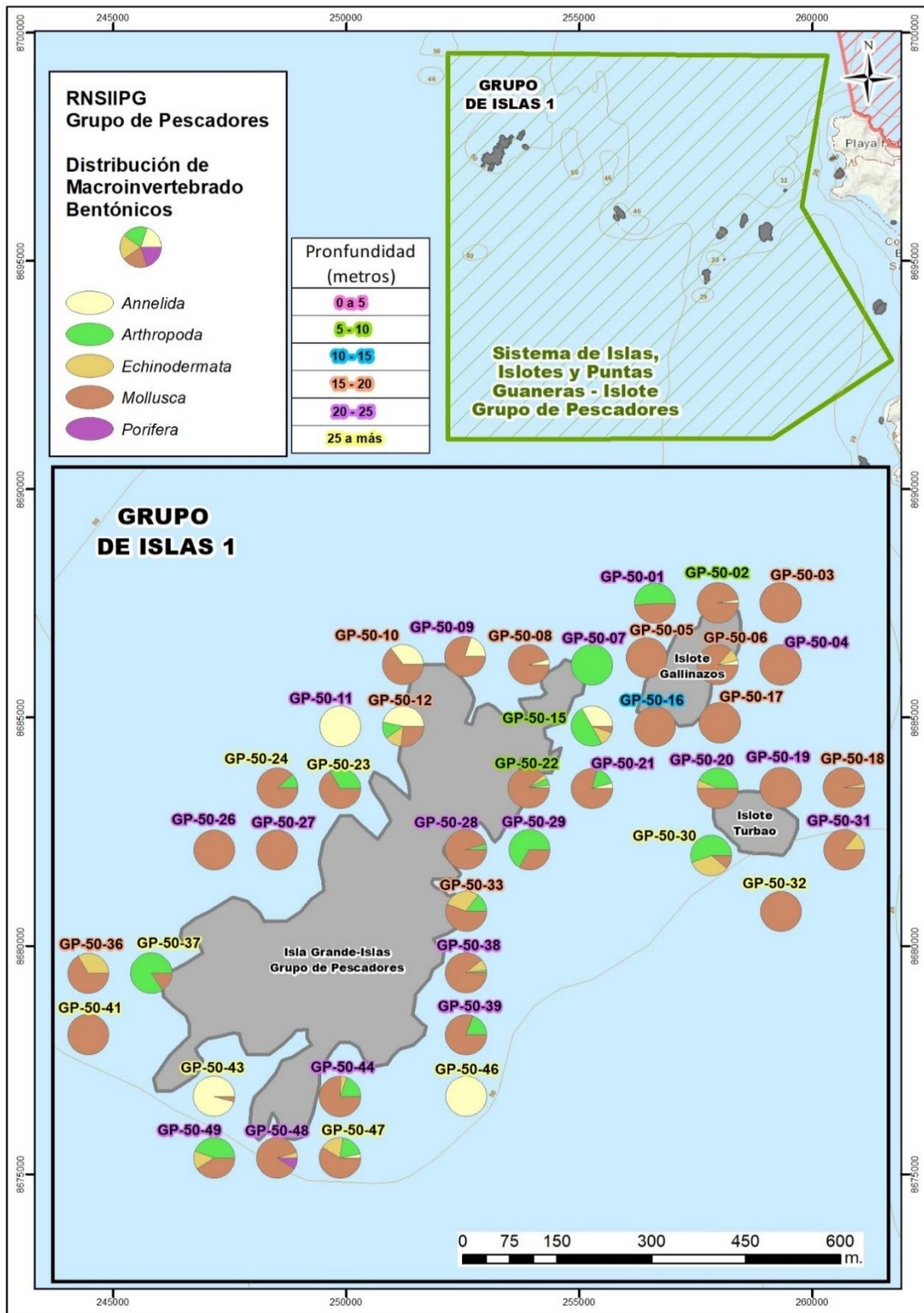


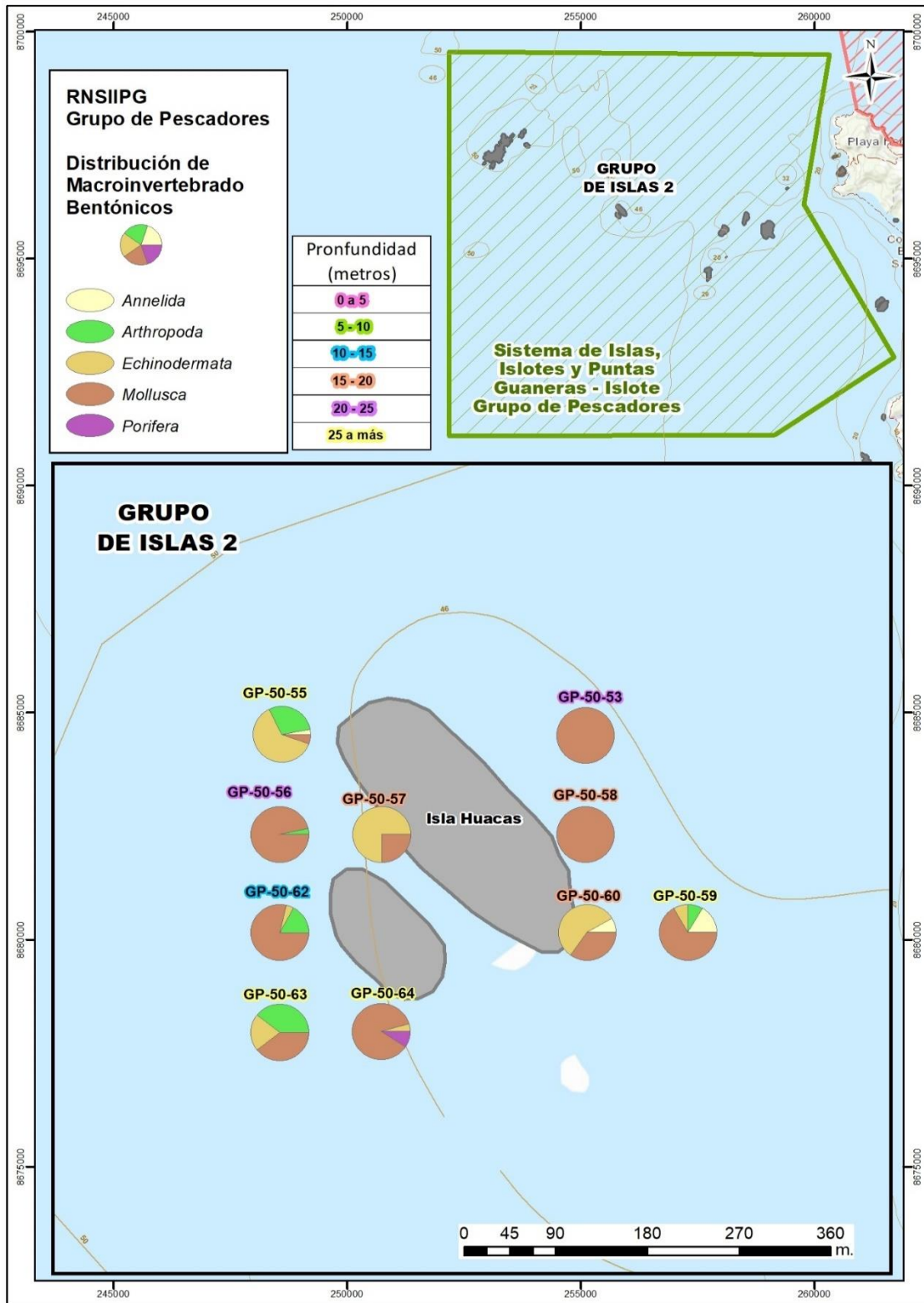
Figura 136 Índices de diversidad de Margalef y Shannon-Wiener, equidad de Pielou y dominancia de Simpson en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores para la zona submareal.

Fuente: ERM, 2023



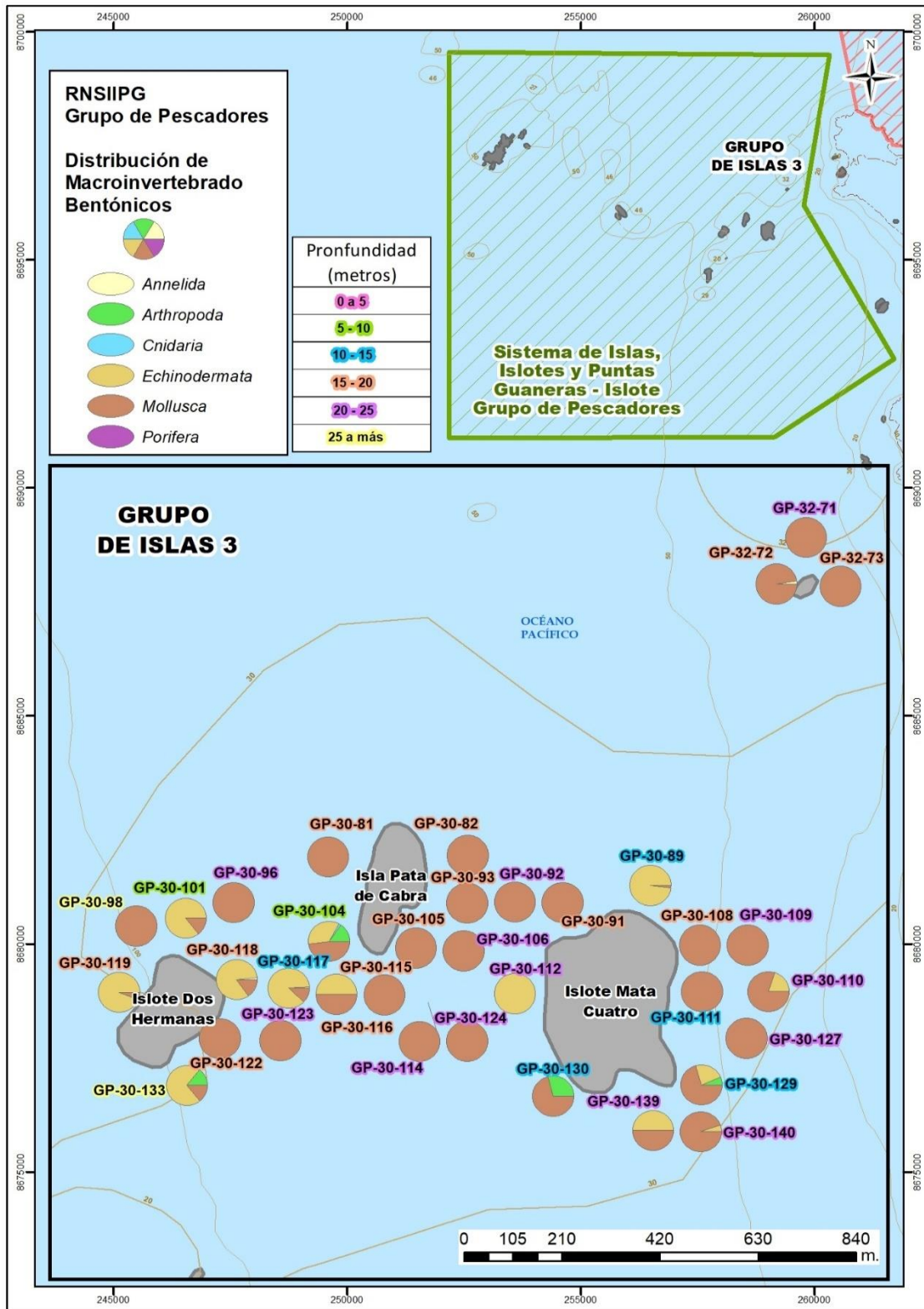
Fuente: ERM, 2023

Figura 137 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 1 de RNSIIP – Grupo Pescadores



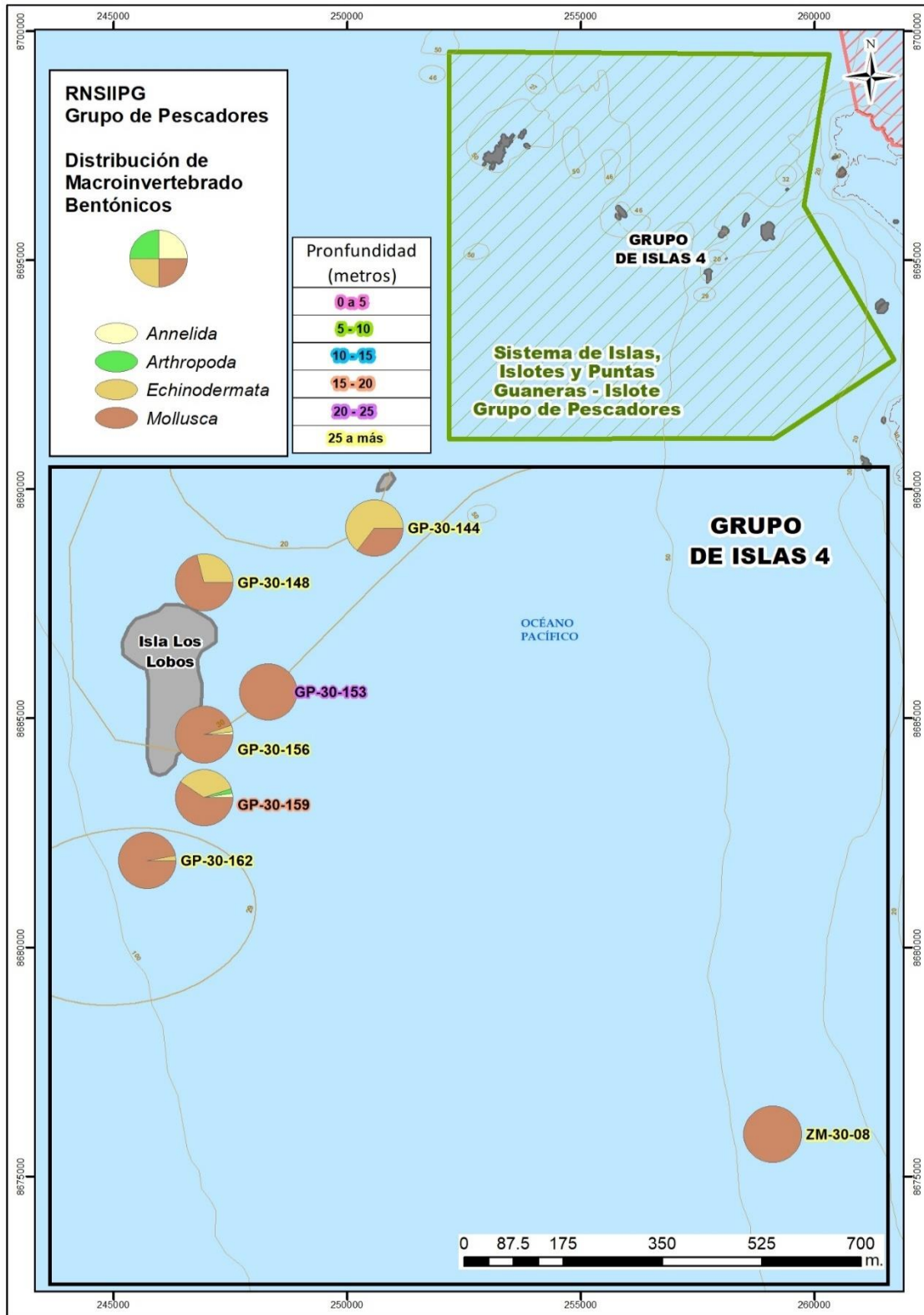
Fuente: ERM, 2023

Figura 138 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 2 de RNSIIPG – Grupo Pescadores.



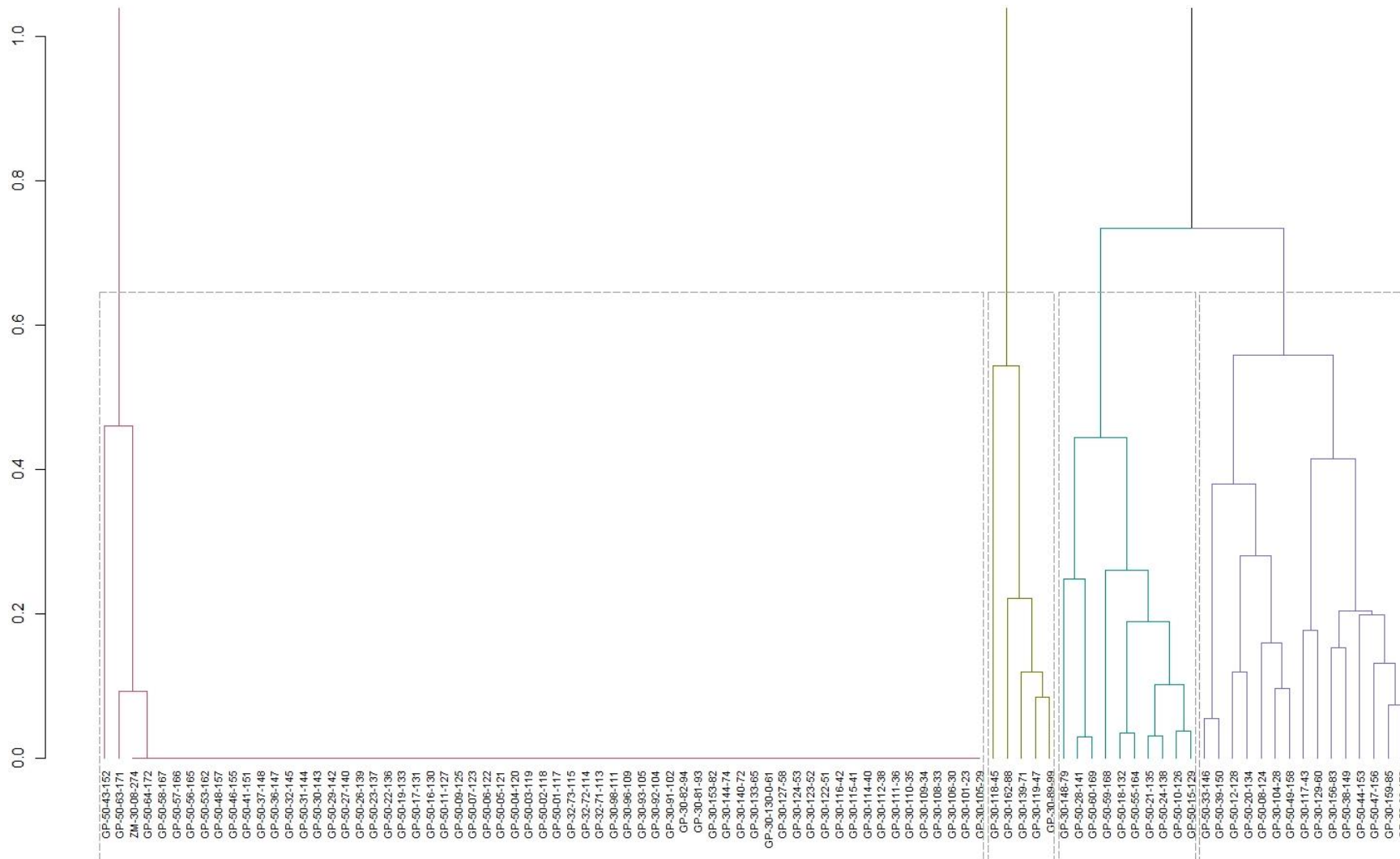
Fuente: ERM, 2023

Figura 139 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 3 de RNSIIPG – Grupo Pescadores.



Fuente: ERM, 2023

Figura 140 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para el Grupo 4 de RNSIIP – Grupo Pescadores.



Fuente: ERM, 2023

Figura 141 Dendrograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

7.2.2.4 Zonas blanco

En estas zonas se hizo un esfuerzo total de 29 muestras colectadas, de las cuales, en 24 muestras se tuvieron registros de organismos, estas provienen de 18 sitios de la zona intermareal y 6 de la zona submareal. En la Tabla 107 se encuentran los resultados resumidos de los índices ecológicos aplicados para analizar la estructura comunitaria por profundidad, mientras que en la Tabla 108 se puede ver el listado completo de variables por estación.

Tabla 107 Resumen de resultados promedio de macroinvertebrados bentónicos en las zonas blanco

Área	Profundidad	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
Intermareal + Submareal	0 a >25 m	0.73	0.64	0.47	664.38	4.25	0.35
Intermareal	0 a 5 m	0.62	0.59	0.41	867.83	4.56	0.32
Submareal	10 a 15	1.44	1.32	0.95	8	4	0.72
	15 a 20 m	0.86	0.68	0.38	10.00	3.50	0.32
	20 a 25 m	1.17	0.65	0.57	146.00	3.50	0.37
	>25	0.72	0.69	1.00	4	2	0.50

Fuente: ERM, 2023

Las gráficas que representan el comportamiento de los índices comunitarios por estación para el grupo de las zonas blanco se pueden ver a detalle en la Fuente: ERM, 2023

Figura 143, Fuente: ERM, 2023

Figura 144, Fuente: ERM, 2023

Figura 145 y Fuente: ERM, 2023

Figura 146.

En la Tabla 108 se muestran los registros generales de todas las estaciones, se puede observar que en el estrato intermareal correspondiente a la estación B-ZI-12 (B-ZI-12-ISR-R3-21), se encuentra la mayor riqueza (con 10 especies) y abundancia aportada por el mitílido *Semimytilus patagonicus*, por lo cual, los valores de $J'=0.51$ y $D=0.66$ se mantienen medios a pesar de la abundancia de esta especie.

En el mapa de la distribución de taxas encontrados para el grupo de estaciones correspondiente a las zonas blanco (Figura 147), se observa un total de 4 taxa distribuidos en los 10 sitios de muestreo, siendo las estaciones ubicadas en la sección norte del área de monitoreo las que presentan la mayor diversidad, entre las cuales la estación B-M-11 (con profundidad de 16.3 m y sustrato arenoso) destaca como la más diversa, reportándose al equinodermo *Ophiactis sp.* como la especie más abundante. Adicionalmente, de las grabaciones del ROV en dicha estación, se observaron dos especies pertenecientes a la clase Gasterópoda, una especie de "estrella frágil" de la clase Ophiuroidea, dos especies de anémonas pertenecientes a la clase Anthozoa, un cangrejo (*Cancer porteri*), un molusco perteneciente a la clase Polyplacophora y un cangrejo ermitaño perteneciente a la familia Paguroidea. Dominancia de asociación de ofiuros y anémonas en el sustrato rocoso. Además, se registró algas Rhodophytas y algas costrosas pertenecientes al orden Corallinales adheridos al sustrato (Anexo 6).

Mientras que las estaciones B-M-06 y B-M-14 presentan una dominancia de anélidos, siendo el único taxa presente de estas dos estaciones. No obstante, cabe mencionar que las grabaciones del ROV registraron

dominancia de munida *Pleuroncodes monodon* en la columna de agua de la estación B-M-06. Asimismo, en la estación B-M-10 se observaron refugios de organismos bentónicos en el sustrato (Anexo 6).

Asimismo, se registró a *Magelona sp.* como la especie más abundante, con 236 organismos para B-M-06, no obstante, este taxa presenta alta frecuencia de aparición para todos los grupos de estaciones de muestreo. Es importante mencionar que *Magelona sp.* ha sido reportada con altas densidades en diversos estudios, ya que es una especie cosmopolita, distribuida en rangos de profundidad de entre 4 m a más de 37 m, presentando elevada tolerancia a variables ambientales, lo cual explicaría su constante aparición durante el monitoreo (Aramayo, V. *et al.*, 2021; Criales-Hernández M.I. *et al.*, 2008).

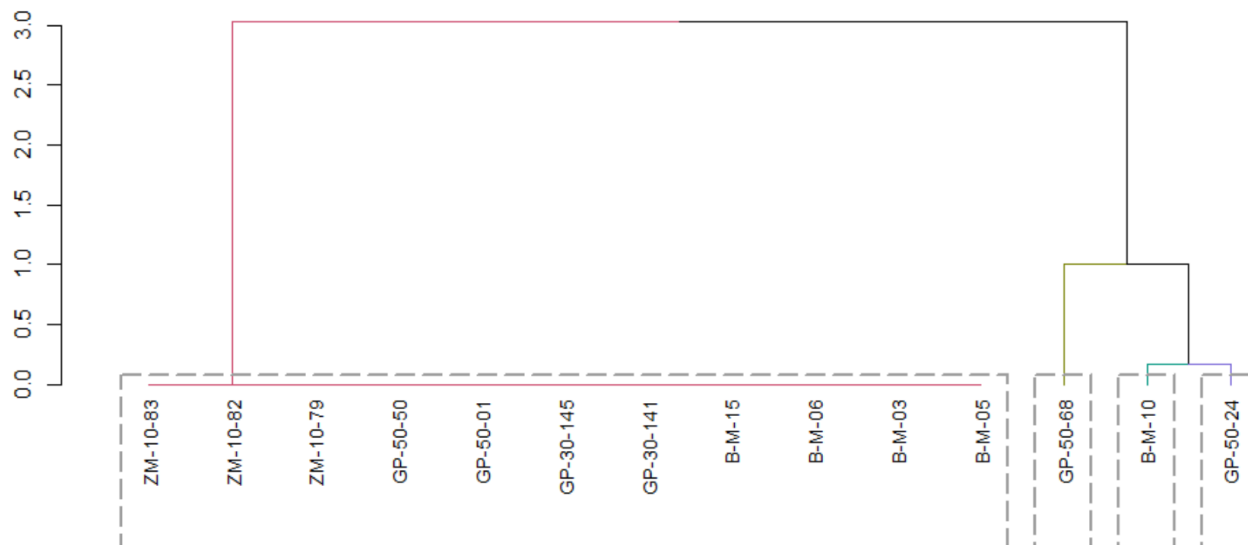
En las zonas blanco existe la presencia del poliqueto *Hesionidae sp.*, organismo categorizado como raro, por su baja aparición general, ya que sólo se encontraron 2 organismos procedentes de la estación B-M-14, dicho poliqueto tiene hábitos omnívoros depredadores, con afinidad a ambientes cálidos, oxigenados, arenosos y poco profundos.

En general los anélidos fueron el taxa con más frecuencia de aparición, lo cual es común en el litoral peruano, ya que existen estudios del macrozoobentos donde se reporta a los anélidos como grupo predominante de la fauna bentónica (Salzwedel H. *et al.*, 1988; Arce Z. A. & Sánchez L., 2012). Únicamente no se encontraron anélidos en la estación B-ZI-12 (intermareal), la cual solo estuvo representada por moluscos y artrópodos que habitan en el sustrato rocoso reportado en dicha estación de muestreo.

El análisis de similitud Bray-Curtis para este grupo de zonas blanco, arrojó tres grupos, el primero de ellos presenta el mayor grado de similitud y se compone de 17 estaciones (B-ZI-07-IHB-R1-315, B-ZI-07-IHR-R1-10, B-ZI-07-ISB-R1-343, B-ZI-08-IHB-R1-316, B-ZI-08-IHR-R1-12, B-ZI-08-IHR-R2-14, B-ZI-08-ISB-R1-344, B-ZI-08-ISR-R2-15, B-ZI-09-IHB-R1-317, B-ZI-09-ISB-R1-345, B-ZI-12-ISR-R2-19, B-M-10-SHF-R1-6, B-M-11-SHA-R1-7, B-M-14-SHA-R1-8, B-M-05-SHA-R1-4, B-M-15-SHA-R1-9 y B-M-06-SHF-R1-5), esta agrupación presenta abundancias y riquezas bajas comparadas con los otros grupos. La agrupación de estaciones B-ZI-07-ISR-R1-11, B-ZI-08-ISR-R1-13 y B-ZI-12-IHR-R2-18 tiene mayores riquezas y abundancias medias, a comparación de la última agrupación conformada por las réplicas B-ZI-12-IHR-R1-16, B-ZI-12-IHR-R3-20, B-ZI-12-ISR-R1-17 y B-ZI-12-ISR-R3-21, todas ellas pertenecientes a la estación B-ZI-12 ubicada en Chorrillos.

A continuación, se presenta en la Fuente: ERM, 2023

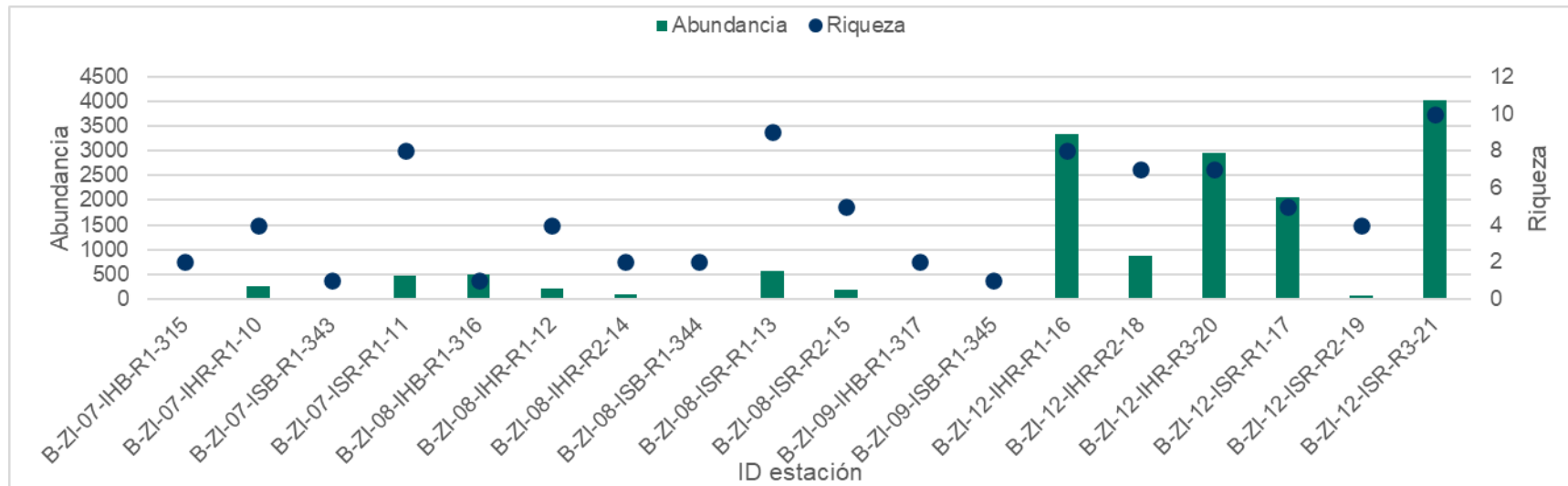
Figura 142 el dendograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del monitoreo que presentaron mayor similitud en comparación con las estaciones blanco.



Fuente: ERM, 2023

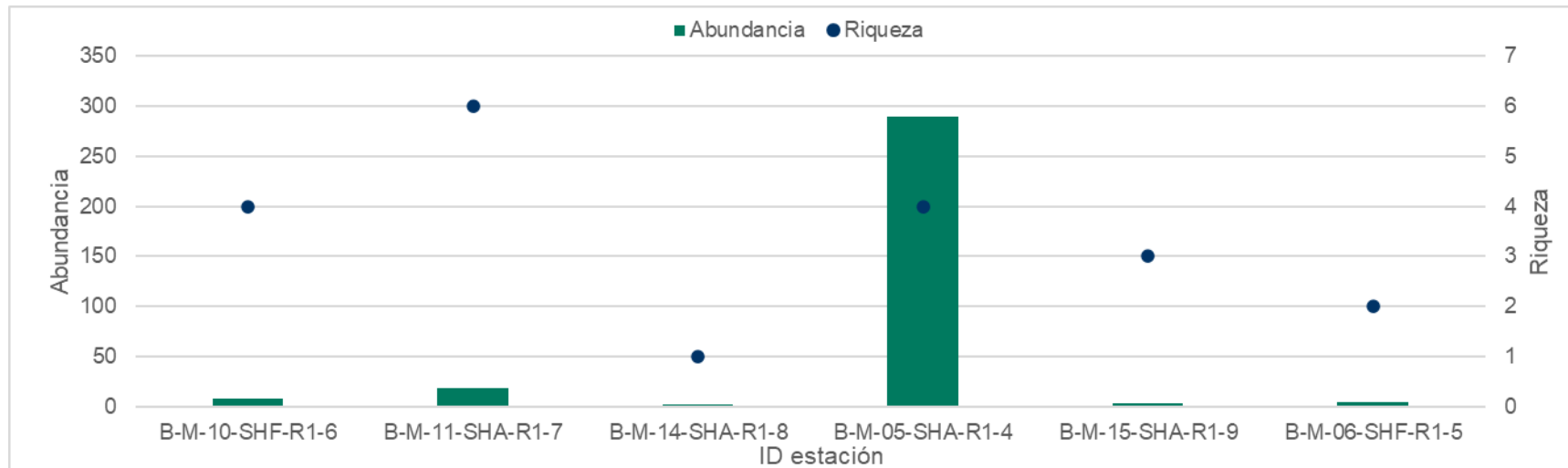
Figura 142 Dendrograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente a las estaciones con mayor similitud en comparación a las estaciones blanco.

Como se puede observar, las estaciones blanco como B-M-10 y los puntos GP-50-24 y GP-50-68, presentan la mayor similitud a pesar de que se encuentran en áreas distantes (Huacho e Islotes Grupo de Pescadores), esto coincide con la gran diversidad y riqueza reportada para estas zonas y que coinciden con la delimitación de bancos naturales llevada a cabo por el IMARPE publicadas en el 2010 (I. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera - Playa Grande (Barranca y Huaura de la Región Lima) y (II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul). Asimismo, es importante mencionar que, las diferencias entre las características de los distintos hábitats presentes entre puntos blancos y estaciones de muestreo debido a la geomorfología, tipo de sustrato, variación en los parámetros físicos (P. ejem. OD, turbidez, etc.), grado de intervención humana y presencia de estresores naturales (P. ejem. descarga de ríos, concentración de metales en agua y sedimento, presencia de residuos sólidos, etc.), limitan claramente el uso de estaciones blanco o sitios de referencia como elemento comparativo para eventos discretos, siendo necesario establecer comparaciones temporales, a través de la revisión de información secundaria, basada en estudios realizados en el área de monitoreo (ver Sección 7.2.2.6).



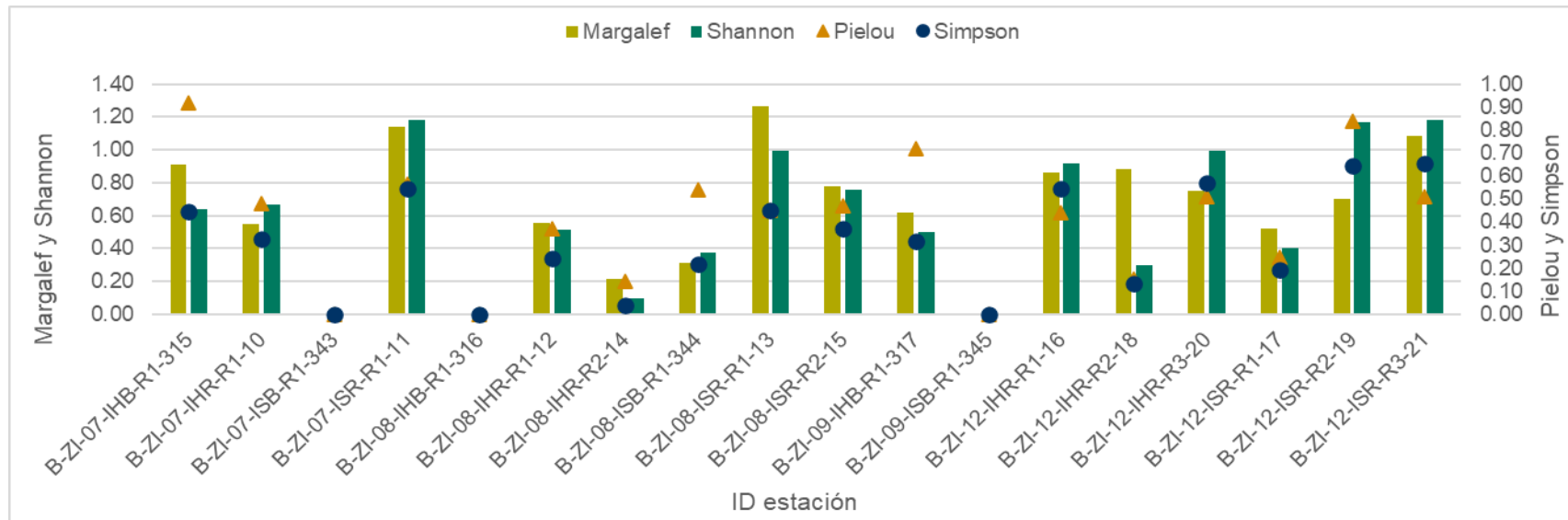
Fuente: ERM, 2023

Figura 143 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos de las zonas blanco (intermareal).



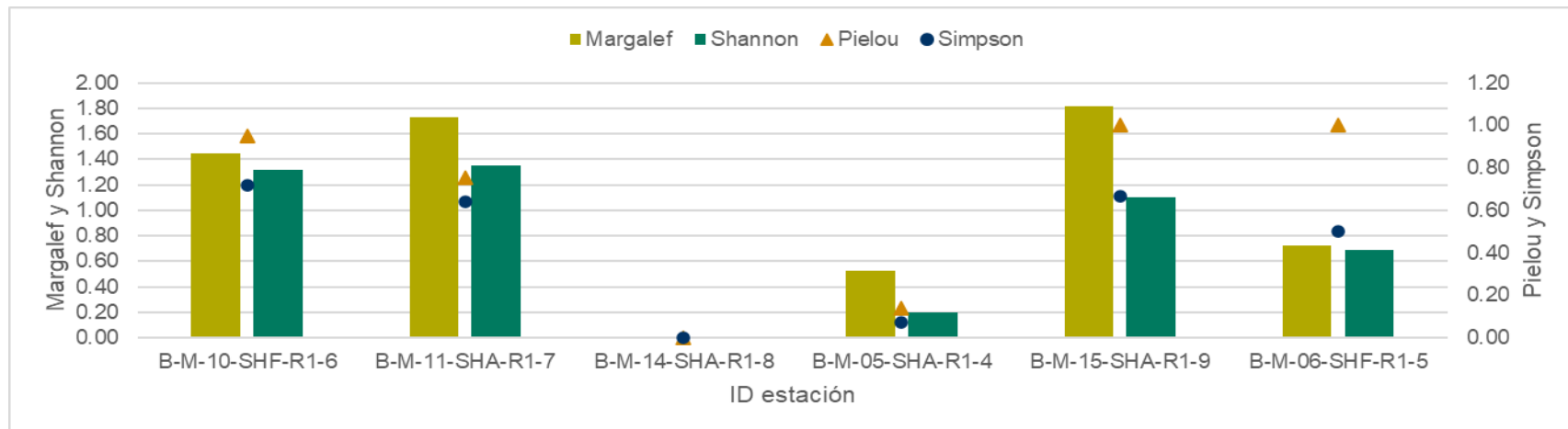
Fuente: ERM, 2023

Figura 144 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados bentónicos de las zonas blanco (submareal).



Fuente: ERM, 2023

Figura 145 Índices de Margalef, Shannon-Wiener, Pielou y Simpson para macroinvertebrados bentónicos, en las zonas blanco (intermareal).



Fuente: ERM, 2023

Figura 146 Índices de Margalef, Shannon-Wiener, Pielou y Simpson para macroinvertebrados bentónicos, en las zonas blanco (submareal).

Tabla 108 Resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos en las zonas blanco

N°	ID	Estación	Profundidad	Rangos (m)	Tipo de sustrato	Zona	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
1	B-ZI-07-IHB-R1-315	1	0 a 5	B-ZI-07	Intermareal	Blando	0.91	0.64	0.92	3	2	0.44
2	B-ZI-07-IHR-R1-10	1	0 a 5	B-ZI-07	Intermareal	Rocoso	0.55	0.67	0.48	244	4	0.33
3	B-ZI-07-ISB-R1-343	1	0 a 5	B-ZI-07	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
4	B-ZI-07-ISR-R1-11	1	0 a 5	B-ZI-07	Intermareal	Rocoso	1.14	1.18	0.57	461	8	0.55
5	B-ZI-08-IHB-R1-316	1	0 a 5	B-ZI-08	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	503	1	0.00
6	B-ZI-08-IHR-R1-12	1	0 a 5	B-ZI-08	Intermareal	Rocoso	0.56	0.52	0.37	217	4	0.24
7	B-ZI-08-IHR-R2-14	1	0 a 5	B-ZI-08	Intermareal	Rocoso	0.22	0.10	0.14	99	2	0.04
8	B-ZI-08-ISB-R1-344	1	0 a 5	B-ZI-08	Intermareal	Blando	0.31	0.38	0.54	24	2	0.22
9	B-ZI-08-ISR-R1-13	1	0 a 5	B-ZI-08	Intermareal	Rocoso	1.27	0.99	0.45	557	9	0.45
10	B-ZI-08-ISR-R2-15	1	0 a 5	B-ZI-08	Intermareal	Rocoso	0.78	0.76	0.47	172	5	0.37
11	B-ZI-09-IHB-R1-317	1	0 a 5	B-ZI-09	Intermareal	Blando	0.62	0.50	0.72	5	2	0.32
12	B-ZI-09-ISB-R1-345	1	0 a 5	B-ZI-09	Intermareal	Blando	0.00	0.00	0.00	1	1	0.00
13	B-ZI-12-IHR-R1-16	1	0 a 5	B-ZI-12	Intermareal	Rocoso	0.86	0.92	0.44	3343	8	0.55
14	B-ZI-12-IHR-R2-18	1	0 a 5	B-ZI-12	Intermareal	Rocoso	0.89	0.30	0.15	871	7	0.14
15	B-ZI-12-IHR-R3-20	1	0 a 5	B-ZI-12	Intermareal	Rocoso	0.75	0.99	0.51	2956	7	0.57
16	B-ZI-12-ISR-R1-17	1	0 a 5	B-ZI-12	Intermareal	Rocoso	0.52	0.40	0.25	2058	5	0.19
17	B-ZI-12-ISR-R2-19	1	0 a 5	B-ZI-12	Intermareal	Rocoso	0.70	1.17	0.84	73	4	0.64
18	B-ZI-12-ISR-R3-21	1	0 a 5	B-ZI-12	Intermareal	Rocoso	1.08	1.18	0.51	4032	10	0.66
19	B-M-10-SHF-R1-6	3	10 a 15	B-M-10	Submareal	Fangoso	1.44	1.32	0.95	8	4	0.72
20	B-M-11-SHA-R1-7	4	15 a 20	B-M-11	Submareal	Arenoso	1.73	1.35	0.75	18	6	0.64
21	B-M-14-SHA-R1-8	4	15 a 20	B-M-14	Submareal	Arena	0.00	0.00	0.00	2	1	0.00
22	B-M-05-SHA-R1-4	5	20 a 25	B-M-05	Submareal	Arenoso	0.53	0.19	0.14	289	4	0.07

N°	ID	Estación	Profundidad	Rangos (m)	Tipo de sustrato	Zona	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
23	B-M-15-SHA-R1-9	5	20 a 25	B-M-15	Submareal	Arena	1.82	1.10	1.00	3	3	0.67
24	B-M-06-SHF-R1-5	6	>25	B-M-06	Submareal	Fangoso	0.72	0.69	1.00	4	2	0.50

Nota: En las muestras de las estaciones B-M-02, B-M-03 y B-M-04 no se reportaron organismos.

Fuente: ERM, 2023

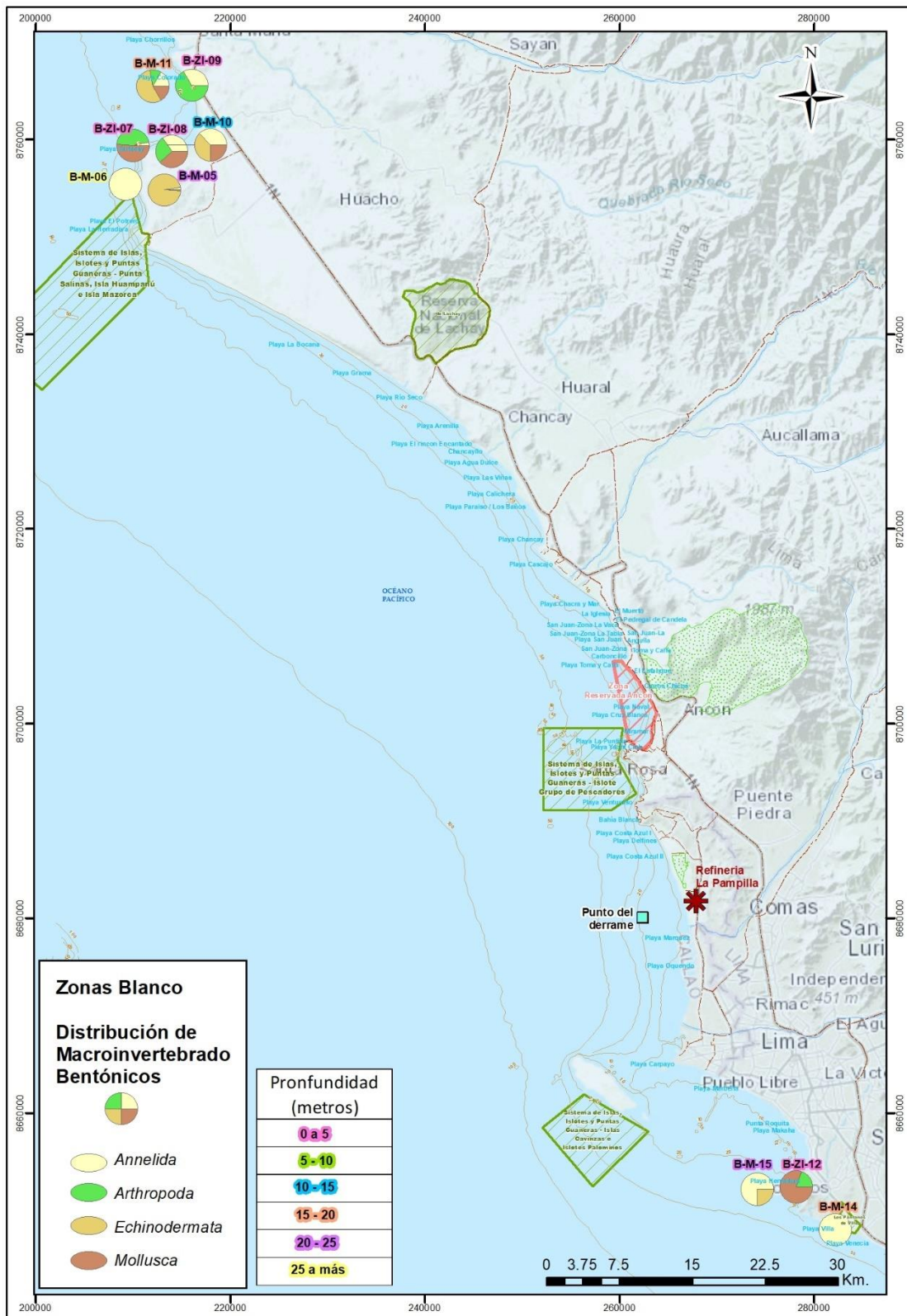


Figura 147 Mapa con el resumen de resultados de macroinvertebrados bentónicos para las zonas blanco.

Fuente: ERM, 2023

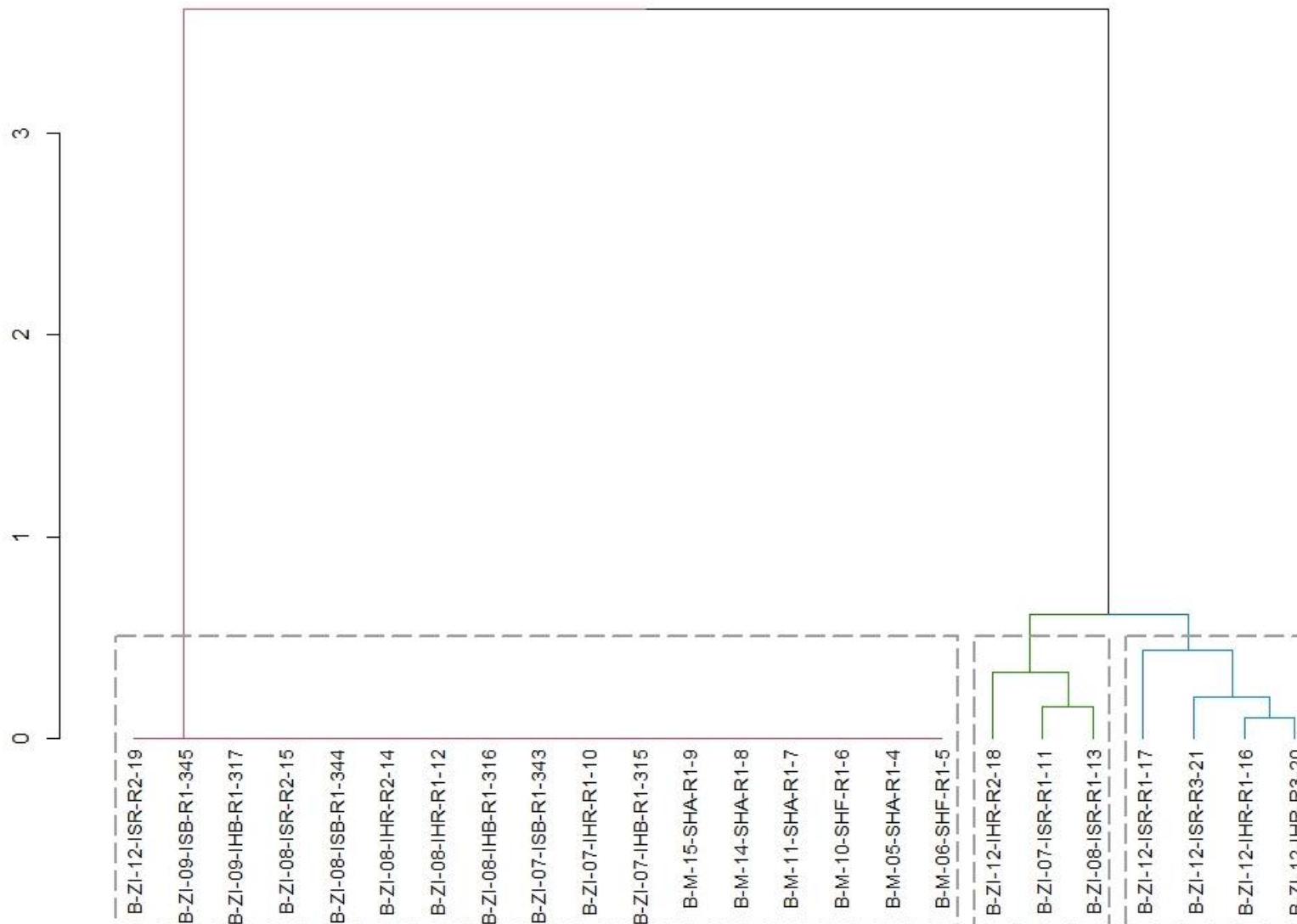


Figura 148 Dendrograma del índice de similitud de Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones en las zonas blanco.

Fuente: ERM, 2023

7.2.2.5 Macroalgas

En el área de estudio se colectaron un total de 17 taxas de macroalgas, pertenecientes a 2 Phyla, 2 Clases, 8 Ordenes, 11 Familias y 17 Especies, estas se encontraron distribuidas en 65 estaciones de muestreo, la mayor presencia de macroalgas se registró en el área de islas en 61 estaciones, seguido de las zonas blanco, en donde se reportó la presencia de 4 especies de algas en 3 estaciones; por último, la ZRA presentó 2 especies en la estación ZM-10-21 (Tabla 112). El listado taxonómico se muestra en la Tabla 111.

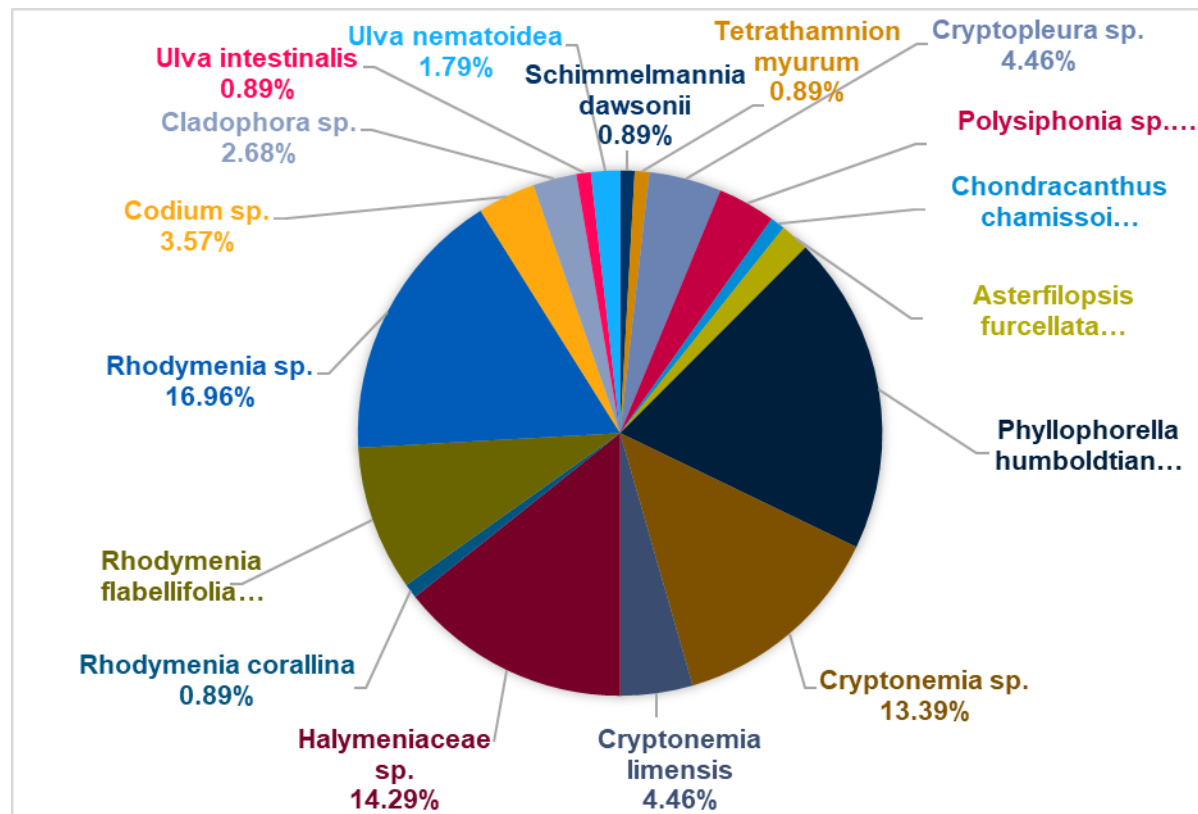
La evidencia visual tomada por el ROV (Anexo 6) muestra que el área de los Islotes Grupo de Pescadores presenta en numerosas estaciones parches de macroalgas que propician microambientes que favorecen el establecimiento de muchos organismos bentónicos que eligen estos ecosistemas como áreas de resguardo. Del análisis de los videos del ROV, se reporta la presencia de algas verdes (Chlorophyta), algas pardas (Phaeophyta) y algas rojas (Rhodophyta, incluyendo Corallinales) (Anexo 6).

El gráfico presentado en la Fuente: ERM, 2023

Figura 150 presenta la frecuencia relativa de las especies de macroalgas presentes en las estaciones de muestreo. Las macroalgas más abundantes reportadas en el monitoreo pertenecen al grupo de las algas rojas (Rhodophyta), reportado por Carbajal P. *et al.* (2018), como las más diversas y abundantes en los ambientes submareales rocosos marinos del Perú.

La especie *Phyllophorella humboldtiana* presentó la mayor frecuencia de aparición (21%) dentro de las estaciones de muestreo, seguida de *Rhodymenia* sp. (18%), *Halymeniaceae* sp. (16%), *Cryptonemia* sp. (15%), *Rhodymenia flabellifolia* (10%) y otras (20%). De manera complementaria, de las grabaciones del ROV también se registró una dominancia de algas rojas (como *Cryptopleura cryptoneuron*, *Phyllophorella humboldtiana* y algas coralinas), seguido de algas pardas (como *Macrocystis* sp. y *Dictyota kunthii*) (ver Anexo 6).

Por otra parte, durante el muestreo las algas verdes tuvieron una menor representatividad, con una frecuencia de entre 0.89% y 3.57%, lo cual coincide con lo registrado en las grabaciones del ROV (donde se reportó, en menor medida, a *Ulva* sp.) (ver Anexo 6).



Fuente: ERM, 2023

Figura 149 Frecuencia relativa de las especies de macroalgas correspondiente al grupo de estaciones en zonas blanco.

Tabla 109 Listado taxonómico de macroalgas presentes en las estaciones del área de monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrosymphytales	Schimmelmanniaceae	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>
		Ceramiales	Ceramiaceae	<i>Tetrathamnion myurum</i>
			Delesseriaceae	<i>Cryptopleura sp.</i>
			Rhodomelaceae	<i>Polysiphonia sp.</i>
			Gigartinaceae	<i>Chondracanthus chamissoi</i>
		Gigartinales	Phylloporaceae	<i>Asterfilopsis furcellata</i>
				<i>Phyllophorella humboldtiana</i>
		Halymeniales	Halymeniaceae	<i>Cryptonemia sp.</i>
				<i>Cryptonemia limensis</i>
				<i>Halymeniaceae sp.</i>
		Rhodymeniales	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia corallina</i>
				<i>Rhodymenia flabellifolia</i>
				<i>Rhodymenia sp.</i>

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	<i>Codium sp.</i>
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora sp.</i>
		Ulvales	Ulvaaceae	<i>Ulva intestinalis</i>
				<i>Ulva nematoidea</i>

Fuente: ERM, 2023

Tabla 110 Presencia/ausencia de especies de macroalgas presentes en las estaciones del área general de monitoreo.

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterifloopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
Zonas blanco	B-M-05									1									1
	B-M-10			1															1
	B-M-11							1		1	1								3
RNSIIPG – Grupo Pescadores	GP - 30-10 1								1										1
	GP - 30-10 2										1								1
	GP - 30-10 3										1								1
	GP - 30-10 4							1											1
	GP - 30-10 5			1						1									2

Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30- 10 6													1			1		3
	GP - 30- 10 8							1						1					2
	GP - 30- 11 2					1						1							2
	GP - 30- 11 5							1											1
	GP - 30- 11 7								1					1					2
	GP - 30- 11 8							1		1				1					3
	GP - 30- 12 5													1					1
	GP - 30- 12 6							1											1
	GP - 30- 13 0								1										1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30- 13 1			1				1					1						3
	GP - 30- 13 3							1			1								2
	GP - 30- 13 9			1											1				2
	GP - 30- 14 0								1										1
	GP - 30- 14 8										1			1					2
	GP - 30- 15 9	1						1											2
	GP - 30- 16 2							1	1						1				4
	GP - 30- 77							1											1
	GP - 30- 79							1	1										2

Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30- 81												1						1
	GP - 30- 82							1	1										2
	GP - 30- 84										1								1
	GP - 30- 87							1		1									2
	GP - 30- 88										1					1			2
	GP - 30- 89		1										1	1					3
	GP - 30- 90			1						1	1								3
	GP - 30- 91							1	1					1					3
	GP - 30- 92			1					1										2

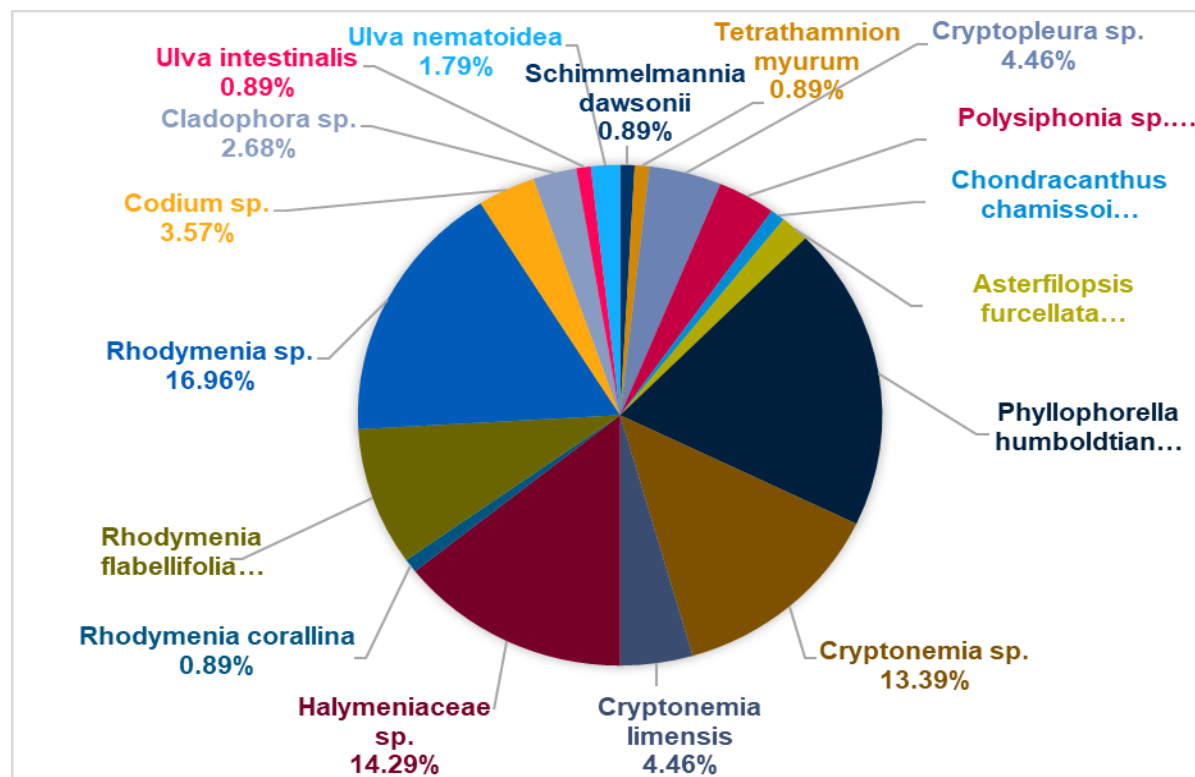
Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30- 95							1											1
	GP - 32- 74												1						1
	GP - 32- 73													1					1
	GP - 50- 02						1												1
	GP - 50- 03						1	1											2
	GP - 50- 04							1											1
	GP - 50- 05									1			1						2
	GP - 50- 06							1											1
	GP - 50- 07			1															1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 50- 08							1			1			1					3
	GP - 50- 09				1		1	1								1		1	5
	GP - 50- 10				1			1			1								3
	GP - 50- 12												1						1
	GP - 50- 17							1			1								2
	GP - 50- 18													1					1
	GP - 50- 19													1					1
	GP - 50- 20						1						1						2
	GP - 50- 31										1								1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna</i>	<i>Tetrathamnion</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeriaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 50- 39							1	1										2
	GP - 50- 45													1					1
	GP - 50- 48												1						1
	GP - 50- 54									1			1						2
	GP - 50- 56													1					1
	GP - 50- 57												1						1
	GP - 50- 60												1						1
	GP - 50- 62												1	1					2
	GP - 50- 63													1					1

Grupo	Estación	Schimmelmannia	Tetrathamnion	Cryptopleura sp.	Polysiphonia sp.	Chondracanthus	Asterfilopsis furcellata	Phyllophorella	Cryptonemia sp.	Cryptonemia limensis	Halymeniaceae sp.	Rhodymenia corallina	Rhodymenia	Rhodymenia sp.	Codium sp.	Cladophora sp.	Ulva intestinalis	Ulva nematoidea	Total
	GP - 50-69													1					1
	GP - 30-121														1				1
Zona Reservada de Ancón (ZRA)	ZM - 10-21							1		1						1			3

Fuente: ERM, 2023



Fuente: ERM, 2023

Figura 150 Frecuencia relativa de las especies de macroalgas correspondiente al grupo de estaciones en zonas blanco.

Tabla 111 Listado taxonómico de macroalgas presentes en las estaciones del área de monitoreo.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género/ especie
Rhodophyta	Florideophyceae	Acrosymphytales	Schimmelmanniaceae	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>
		Ceraminales	Ceramiaceae	<i>Tetrathamnion myurum</i>
			Delesseriaceae	<i>Cryptopleura sp.</i>
			Rhodomelaceae	<i>Polysiphonia sp.</i>
			Gigartinales	Gigartinaceae
		Gigartinales	Phyllophoraceae	<i>Asterfilopsis furcellata</i>
				<i>Phyllophorella humboldtiana</i>
		Halymeniales	Halymeniaceae	<i>Cryptonemia sp.</i>
				<i>Cryptonemia limensis</i>
				<i>Halymeniaceae sp.</i>
		Rhodymeniales	Rhodymeniaceae	<i>Rhodymenia corallina</i>
				<i>Rhodymenia flabellifolia</i>
				<i>Rhodymenia sp.</i>
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Codiaceae	<i>Codium sp.</i>
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora sp.</i>
		Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva intestinalis</i>
				<i>Ulva nematoidea</i>

Fuente: ERM, 2023

Tabla 112 Presencia/ausencia de especies de macroalgas presentes en las estaciones del área general de monitoreo.

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus charissoi</i>	<i>Asterilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia fiabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
Zonas blanco	B-M-05									1									1
	B-M-10			1															1
	B-M-11							1	1	1									3
RNSIIPG - Grupo Pescadores	GP - 30-10 1							1											1
	GP - 30-10 2									1									1
	GP - 30-10 3									1									1
	GP - 30-10 4							1											1
	GP - 30-10 5			1					1										2

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfiopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30-10-6													1			1		3
	GP - 30-10-8							1						1					2
	GP - 30-11-2				1						1								2
	GP - 30-11-5							1											1
	GP - 30-11-7							1						1					2
	GP - 30-11-8							1	1					1					3
	GP - 30-12-5													1					1
	GP - 30-12-6							1											1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfiopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeriaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30-1300							1											1
	GP - 30-1311			1				1					1						3
	GP - 30-1333							1		1									2
	GP - 30-1399			1										1					2
	GP - 30-1400							1											1
	GP - 30-1488									1			1						2
	GP - 30-1599	1						1											2
	GP - 30-1622							1	1				1		1				4

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterofilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30- 77							1											1
	GP - 30- 79							1	1										2
	GP - 30- 81												1						1
	GP - 30- 82							1	1										2
	GP - 30- 84										1								1
	GP - 30- 87							1	1										2
	GP - 30- 88										1					1			2
	GP - 30- 89		1										1	1					3

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfiopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 30- 90			1						1	1								3
	GP - 30- 91							1	1					1					3
	GP - 30- 92			1					1										2
	GP - 30- 95								1										1
	GP - 32- 74													1					1
	GP - 32- 73													1					1
	GP - 50- 02							1											1
	GP - 50- 03							1	1										2

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfiopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeriaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 50- 04							1											1
	GP - 50- 05									1			1						2
	GP - 50- 06							1											1
	GP - 50- 07			1															1
	GP - 50- 08							1		1			1						3
	GP - 50- 09			1		1	1								1		1		5
	GP - 50- 10			1				1		1									3
	GP - 50- 12											1							1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfilopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 50- 17							1		1									2
	GP - 50- 18													1					1
	GP - 50- 19													1					1
	GP - 50- 20						1						1						2
	GP - 50- 31									1									1
	GP - 50- 39							1	1										2
	GP - 50- 45													1					1
	GP - 50- 48												1						1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmannia dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfiopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
	GP - 50- 54									1		1							2
	GP - 50- 56													1					1
	GP - 50- 57												1						1
	GP - 50- 60												1						1
	GP - 50- 62												1	1					2
	GP - 50- 63													1					1
	GP - 50- 69													1					1
	GP - 30- 12 1														1				1

Grupo	Estación	<i>Schimmelmanna dawsonii</i>	<i>Tetrathamnion myurum</i>	<i>Cryptopleura</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	<i>Asterfiopsis furcellata</i>	<i>Phyllophorella humboldtiana</i>	<i>Cryptonemia</i> sp.	<i>Cryptonemia limensis</i>	<i>Halymeniaceae</i> sp.	<i>Rhodymenia corallina</i>	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	<i>Rhodymenia</i> sp.	<i>Codium</i> sp.	<i>Cladophora</i> sp.	<i>Ulva intestinalis</i>	<i>Ulva nematoidea</i>	Total
Zona Reservada de Ancón (ZRA)	ZM - 10-21							1		1						1			3

Fuente: ERM, 2023

7.2.2.6 Comparación de resultados de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas con información secundaria

Para realizar una comparativa sobre los resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos en el monitoreo, se utilizó información proveniente de fuentes secundarias, al no existir una línea de base o caracterización que pueda ser utilizada como antecedente del área evaluada.

Estos trabajos se diversifican en importantes tópicos en torno a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos que habitan la costa peruana, evaluándose aspectos biológicos y ecológicos, tales como compendios de composición, distribución y abundancia de las especies de macroinvertebrados y macroalgas (Paredes C. y Tarazona J., 1980; Paredes C. *et al.*, 1999; IMARPE, 2019; Yupanqui W. *et al.*, 2007); la afinidad de estas taxa para habitar distintos sustratos o bajo variables ambientales que condicionen su proliferación (González A. y Pastor R., 2017; Tarazona J. *et al.* 1986); caracterización de sitios de importancia para su reproducción y reclutamiento (IMARPE, 2012, 2017 y 2019); otros se enfocan en especies índices o especies bioindicadoras de calidad ambiental (Gutiérrez D. *et al.*, 2011; Pascual G. y Alvaríño L., 2019; Tarazona J y Arntz W. 1986; Quipuzcoa L. *et al.*, 2019); desplazamiento de especies nativas por organismos invasores oportunistas (Cornejo O., 1998); procesos detritívoros y de simbiosis que mantienen el equilibrio en el flujo de energía de los ambientes y permiten el asentamiento de distintas especies (Reyes T., 2015); toxicología; eventos históricos de contaminación por hidrocarburos y el proceso de recuperación natural de la biota (Castège I. *et al.*, 2014; Karam Q. y Al-Wazzan Z., 2021; Montes R., 2008; Penela M. *et al.*, 2009); la respuesta, resiliencia y adaptabilidad de los organismos bentónicos a fenómenos naturales como el efecto del “Niño” (Aramayo V. *et al.*, 2021; Peña T. *et al.*, 2006; Tarazona J. *et al.*, 1988; Salzwedel H. *et al.*, 1988); contaminación generada por la presión urbana ejercida sobre las zonas costeras, e intrusión de contaminantes al mar provenientes de los ríos (Herrera T. *et al.*, 2019; IMARPE, 2010).

En línea con lo anterior, esta sección se enfoca en desarrollar un resumen de los resultados obtenidos en dichas investigaciones, y que puedan aportar datos útiles y comparables con los reportados en el presente monitoreo.

Los trabajos exhaustivos realizados por Paredes y Tarazona desde 1974, llevados a cabo en las localidades de Barranca, Carquin, Chancayllo, Ancón, La Herradura, Punta negra, San Bartolo, Pucusana, Asia, Cerro Azul, Medio Mundo, Isla San Lorenzo, Lima, La Punta, Agua Dulce y Embajadores; para determinar la diversidad de especies y compilar inventarios, determinaron que la estructura comunitaria

responde a un comportamiento de zonación bioecológica (supralitoral, mediolitoral, mediolitoral superior e inferior, y la franja y zona infralitoral). Adicionalmente, estos compendios incluyen otras zonas, Punta Coles, Santa Rosa, Punta Meca (González A. y Pastor R., 2017); Reserva Nacional San Fernando, Bahía San Nicolás, San Juanito y Punta San Juan (Tejada *et al.*, 2017); Playa las conchitas, San Pedro de Lurín, Playa Cañete (Tarazona J. *et al.*, 1986).

Estas caracterizaciones geomorfológicas varían entre autores, no obstante, la idea central de estos ensamblajes es resaltar que existen características físicas otorgadas por la diversidad estructural que poseen las playas del Perú y que, a su vez, crean distintos macro o microecosistemas, en los que distintos taxa convergen para alimentarse, refugiarse o reproducirse. Por lo que la abundancia de especies de macroinvertebrados bentónicos, está relacionada directamente con el tipo de sustrato y profundidad, existiendo también especies cosmopolitas de amplia distribución (González A. y Pastor R., 2017).

Los resultados expuestos por Paredes *et al.* (1999), sugieren que la mayor abundancia se presenta en las orillas y zonas semi expuestas, y estos ambientes en general se encuentran dominados por los mitílidos, grupo principalmente representado por *Semimytilus patagonicus*, *Perumytilus purpuratus*, el crustáceo *Jehlius cirratus* y el poliqueto *Phragmatopoma moerchi*. Los autores, observaron una tendencia de mayor representatividad por parte de los Phyla Mollusca, Arthropoda, Annelida y Echinodermata, para colonizar la zona intermareal rocosa. Dentro de su zona de estudio, las playas que presentaron mayor diversidad de especies fueron Ancón (con orilla protegida) y Pucusana (playa semi expuesta).

Los resultados del presente informe coinciden con lo reportado por Paredes *et al.* (1999), puesto que *Semimytilus patagonicus* y *Perumytilus purpuratus* fueron los moluscos bivalvos más abundantes del presente reporte, siendo *S. patagonicus* la especie dominante con presencia tanto en la zona intermareal como submareal, y con afinidad por el sustrato rocoso; sin embargo, esto no limitó su presencia en el sustrato arenoso. Caso contrario a *P. purpuratus*, que presentó abundancias en la zona intermareal y con presencia limitada sólo a sustratos duros, ya sean fondos rocosos o de conchuela.

El cirrípedo *J. cirratus* fue reportado también con abundancia significativa en el presente monitoreo, registrándose principalmente en las zonas blanco (donde presento mayor abundancia en la estación B-ZI-12 en la Herradura, y coincidiendo con la zona supralitoral superior), en los Islotes Grupo de Pescadores y el área de monitoreo en general (sustrato rocoso).

En cuanto al poliqueto *P. moerchi* de la familia Sabellariidae, para el presente reporte se identificaron dos morfos de esta familia, las cuales estuvieron presente en la zona submareal con mayor afinidad al sustrato arenoso y en profundidades mayores a 15 m. Las estaciones en las que se reportó la mayor abundancia de este poliqueto se localizaron cercanas a Punta Salinas (grupo de estaciones ubicadas en el área de monitoreo ZM-30-80 y ZM-20-69), zonas próximas a los sitios donde Paredes *et al.* (1999) reportó su presencia.

En los estratos arenosos de las playas, Tarazona *et al.* (1986) reportó los siguientes resultados de diversidad bits/Ind): San Pedro en sitios con profundidades de 15 m aproximadamente, con diversidad de $H' = 2.27$ bits/Ind y para esta misma área, pero para la zona somera una diversidad de $H' = 1.07$ bits/Ind. En Playa Conchitas (con profundidades de 20 m) $H' = 1.62$ bits/Ind, Playa Asia $H' = 1.06$ bits/Ind, mencionando que en general existe baja diversidad. Los sitios anteriormente mencionados, están ubicados al sur del área de monitoreo, por lo cual, las estaciones que podrían ser equiparables a estos datos pertenecen a los registros de las zonas blanco B-M-15 con un valor de diversidad de Margalef $DMg = 1.82$ y Shannon-Wiener $H' = 1.10$ bits/Ind; estación B-ZI-12 con una diversidad $DMg = 1.08$ y $H' = 1.18$ bits/Ind y B-M-14, en el cual se colectó 1 especie.

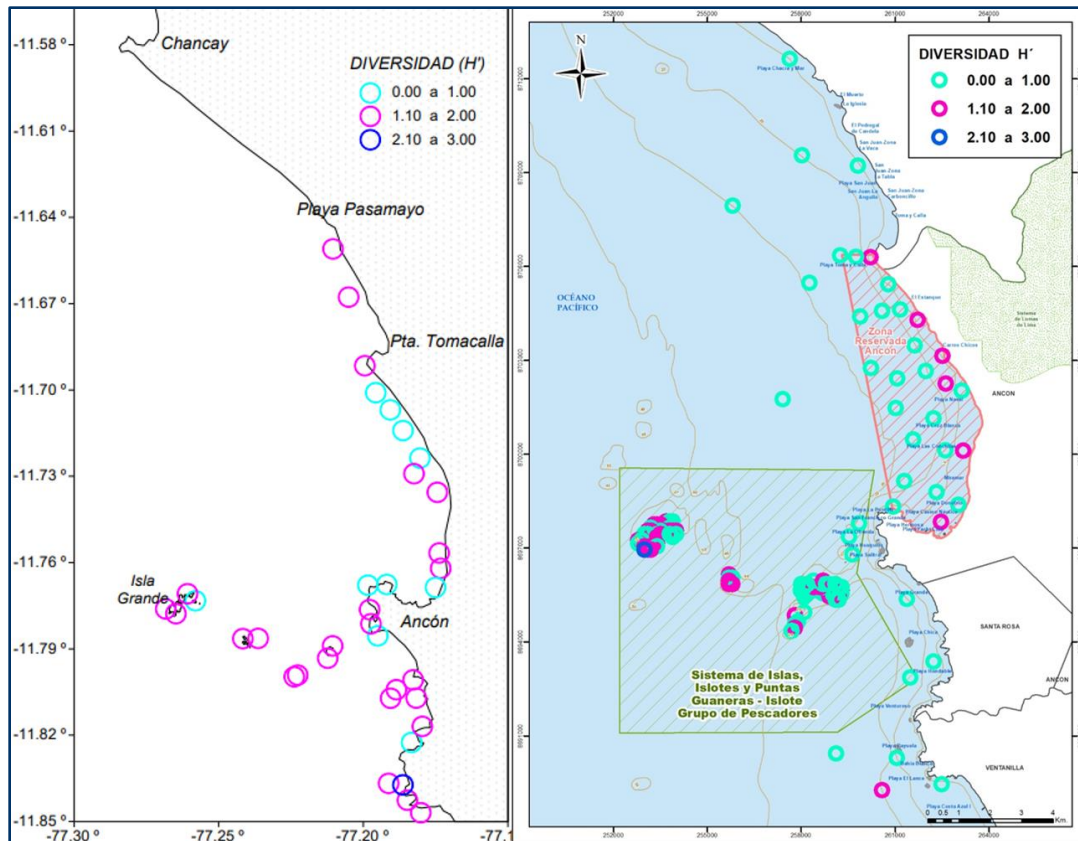
En contraste, respecto a los valores mencionados, las mayores riquezas encontradas según los resultados del presente monitoreo, fueron las registradas en los Islotes Grupo de Pescadores, específicamente en las estaciones GP-50-49 con un valor de diversidad de $DMg = 2.73$ y $H' = 2.11$ bits/Ind; GP-50-12 con $DMg = 2.58$

y $H'=1.70$ bits/Ind y la estación GP-50-47 con una $DMg=2.34$ y $H'=1.81$ bits/Ind. Los resultados anteriores eran los esperados, ya que, generalmente los ecosistemas de islas o arrecifes suelen ser los más diversos. Teniendo en cuenta lo anterior, los índices obtenidos en las estaciones evaluadas concuerdan con los resultados del estudio de IMARPE (Ramírez A. *et al.*, 2010), en la cual, la zona de estudio concuerda con el sitio Chancay – Islas Ventanilla, con 66 puntos de muestreo, de los cuales en 40 de ellas se obtuvieron muestras, esto significa que se obtuvieron muestras en el 60.6% de las estaciones. La riqueza máxima obtenida fue de 16 especies lo que otorgó un valor de $H'=0.5$ bits/Ind en una estación ubicada cerca de Santa Rosa con 9.1 m de profundidad. En esta área reportaron 6 especies de moluscos (*Aulacomya ater* “choro”, *Argopecten purpuratus* “concha de abanico”, *Ensis macha* “navaja”, *Fissurella bridgesii*, *Fissurella latimarginata* “lapa”, *Thaisella chocolata* “caracol negro”) y 4 crustáceos (*Pseudograpsus setosus* “cangrejo peludo”, *Cancer porteri* “jaiva”, *Hepatus chiliensis* “cangrejo puñete” y *Platyxanthus orbigny* “cangrejo violáceo”).

En comparación con lo reportado por Ramírez A. *et al.* (2010), en el presente muestreo de las 272 estaciones muestreadas, se obtuvieron organismos para el componente de macroinvertebrados bentónicos en 175 estaciones, lo cual representa el 64% del total de estaciones.

En cuanto a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, la riqueza más alta registrada en el presente monitoreo fue de 14 especies, con registros de 5 especies de las 10 reportadas por Ramírez A. *et al.* (2010); sin embargo, es importante mencionar que los resultados obtenidos en la presente evaluación se componen de más Phyla (P. ejem. porífera y nemertea).

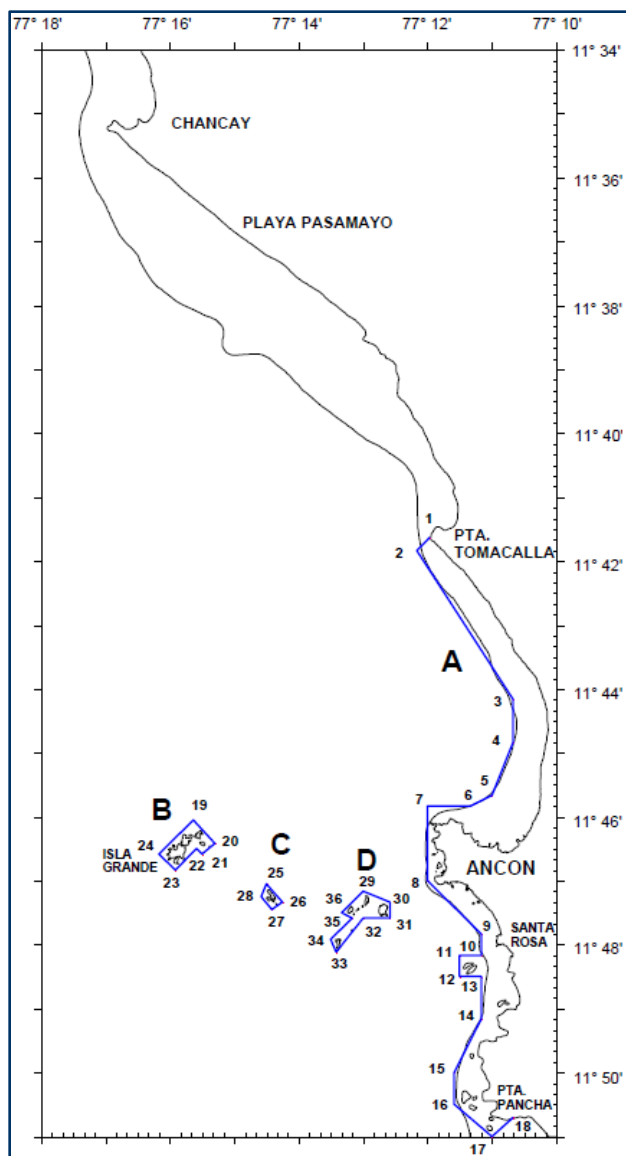
Como se puede ver en la siguiente figura, la variación espacial del índice de diversidad (H') reportada como parte de la prospección para la delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región Lima (Chancay – islas Ventanilla) En: IMARPE, 2010 (*II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul*), es muy similar con la variación espacial del índice de diversidad (H') reportada en el presente monitoreo. Es importante mencionar que las diferencias que se observan entre ambas evaluaciones, se presentan por las distintas ubicaciones de las estaciones de muestreo y el número de estaciones evaluadas, las cuales fueron de 37 estaciones en el estudio realizado en el 2010, en comparación a las 125 estaciones evaluadas en el presente monitoreo. Con fines comparativos, la siguiente figura se hizo considerando solo las estaciones del presente monitoreo más próximas a las del estudio de 2010, y localizadas en el área de evaluación.



Fuente: Figura Izquierda (IMARPE, 2010) y Figura Derecha (ERM, 2023)

Figura 151 Distribución espacial del índice de diversidad (H') en el área de monitoreo, 2010-2022

De acuerdo al mencionado estudio, la identificación de bancos naturales de los diferentes invertebrados marinos registrados entre Chancay e islas Ventanilla, permitió establecer y delimitar cuatro importantes áreas de abundancia de recursos de invertebrados marinos (Ver Figura 2.2). El área A, la de mayor tamaño se ubica entre Pta. Tomacaya y Pta. Pancha. Las otras tres (B, C, D) se encuentran en los alrededores de los islotes frente a Ancón (IMARPE, 2010).



Fuente: IMARPE, 2010

Figura 152 Delimitación de bancos naturales de invertebrados marinos entre Chancay e islas Ventanilla. Región Lima.

Tomando en consideración que la variación espacial del índice de diversidad (H') mantiene una similitud entre lo reportado en el 2010 en comparación a los resultados del presente monitoreo, y tomando en cuenta los registros visuales obtenidos del ROV en cuanto a la diversidad presente en las áreas correspondientes a los bancos naturales delimitados por el IMARPE (2010), se puede mencionar que, en dichas áreas, se presenta la mayor diversidad y riqueza de especies macrobentónicas siendo estos resultados una tendencia esperada, ya que estas áreas se encuentran generalmente en bahías con presencia de islas e islotes y zonas costeras de geomorfología compleja y/o sustrato variado y de poca profundidad (someras).

Con respecto a la ZRA y en específico la Bahía Ancón, de acuerdo a Tarazona *et al.* (1982), los fondos blandos de la bahía presentan en períodos normales, condiciones hipóxicas intensas a mayores profundidades, incluso con períodos de anoxia total; con la consiguiente disminución de la macroinfauna

bentónica, mostrando valores muy bajos de densidad, biomasa y diversidad (Tarazona *et al.*, 1982; Peña *et al.*, 2006).

Esto coincide con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto reportadas para esta zona en el presente monitoreo, con valores promedio máximo de superficie de 5.2 mg/L (rango de 0-5 m) y valores promedio mínimos de 0.13 mg/L (rango de 15-20 m de profundidad), 0.1 mg/L (rango de 20-25 m de profundidad) y 0.09 mg/L (rango mayor a 25 m de profundidad). Adicionalmente, los valores de diversidad de Shannon-Wiener (H') registrados en el monitoreo, confirman la baja diversidad observada por Tarazona *et al.* (1982) y Peña *et al.* (2006) en el submareal de la ZRA, siendo estos de 1.14 bits/Ind (rango de 10-15 m de profundidad) y 0.95 bits/Ind (rango de 15-20 m de profundidad).

En las comunidades bentónicas, tanto las condiciones abióticas como los procesos bióticos influyen en la distribución, abundancia y biomasa de las especies. Los procesos bióticos importantes incluyen el reclutamiento, el crecimiento, la supervivencia y la fecundidad (Woodin, 1974; Rosenberg *et al.*, 1983; Wu, 2002; Simonini y Prevedelli, 2003a, 2003b). Estas comunidades están dominadas por invertebrados de macrofauna (>0,5 mm), y en sedimentos blandos el grupo de macrofauna más abundante son los gusanos poliquetos (Fauchald, 1977).

Aramayo V. *et al.* (2019), menciona que, tanto en Ancón como en Pisco se ha reportado una variada comunidad bentónica, la cual se encuentra fuertemente dominada por poliquetos nereidos, sabélidos y espiónidos, prosperando incluso bajo condiciones de hipoxia. Similares descripciones, aunque en fondos mejor oxigenados, se han reportado en playas arenosas de la costa central peruana (Tarazona *et al.*, 1986). Esto coincide con lo reportado en el monitoreo, ya que, las especies más frecuentes en el sustrato blando o arenoso de la ZRA con rangos de profundidad de 10 m a más, se encuentran representadas por poliquetos de la Familia, Spionidae, Polynoidae, Pilargidae, Nephtyidae, Glyceridae y Magelonidae, registrándose en la zona intermareal (rango 0-5 m de profundidad) a la Familia Nereidae.

Elliot W. *et al.* (2012) reporta en su investigación costera llevada a cabo en el litoral comprendido entre Punta La Herradura y Playa Chica en Huacho, una diversidad comprendida por 28 especies pertenecientes a 21 familias, siendo los crustáceos los que presentaron mayor diversidad con ocho familias y 13 especies, seguidos de los moluscos con ocho familias y nueve especies, los equinodermos representados por cinco familias y cinco especies, y por último los cnidarios y anélidos con una familia y una especie cada uno.

Con el fin de hacer una comparación con el mencionado estudio y los resultados del presente monitoreo, se presenta una tabla con el resumen de las Familias de invertebrados bentónicos reportadas desde Punta la Herradura a Playa Chica en Huacho, zona que coincide con las estaciones B-ZI-09, B-M-10, B-M-11, B-M-05, B-M-06, B-ZI-07 y B-ZI-08. Cabe mencionar que algunas familias estuvieron presentes en el listado general, pero no para estos sitios. Por otro lado, en las estaciones de muestreo antes mencionadas, se obtuvieron un total de 5 familias de crustáceos (con 5 especies), 8 familias de anélidos (con 10 especies), una familia de equinodermos (1 especie) y 6 familias de moluscos (con 8 especies).

Tabla 113 Comparativo de familias reportadas por Elliot W. *et al.* (2012), y las registradas en el monitoreo hidrobiológico

Grupo	Familias registradas en Huacho por Elliot W. <i>et al.</i> (2012)	Familias registradas en el presente monitoreo (Huacho)	Reportado en el monitoreo en otras áreas	Familias adicionales encontradas en el presente monitoreo
Crustáceos	Paguridae	X		Gammaridae Cirolanidae Chthamalidae
	Galatheididae			
	Hippidae	X		
	Calappidae			

Grupo	Familias registradas en Huacho por Elliot W. et al. (2012)	Familias registradas en el presente monitoreo (Huacho)	Reportado en el monitoreo en otras áreas	Familias adicionales encontradas en el presente monitoreo
	Inachidae			
	Epialtidae			
	Cancridae		X	
	Xanthidae		X	
Moluscos	Naticidae			Lottiidae Littorinidae Turbinidae Chitonidae
	Thaididae			
	Buccinidae			
	Nassariidae	X		
	Mytilidae	X		
	Semelidae		X	
	Loliginidae			
Equinodermos	Ophiothricidae			Ophiactidae
	Echinidae			
	Holothuriidae		X	
	Luididae		X	
	Pterasteridea			
Anélidos	Onuphidae	X		Magelonidae Lumbrineridae Glyceridae Nephtyidae Nereididae Pilargidae Spionidae

Fuente: ERM, 2023 basado en Elliot W. et al., 2012

De acuerdo a los resultados del monitoreo, los anélidos dominaron gran parte de la composición de especies, siendo la más abundante el poliqueto *Boccardia sp.* El crustáceo (cirrípodo) *Jehlius cirratus* presentó la mayor abundancia para esta zona de muestreo, seguido del molusco (bivalvo) *Semimytilus patagonicus*.

Sánchez (1988) menciona a *Emerita analoga* “muy muy” como una especie de relativa abundancia en las playas arenosas de la zona centro y sur del litoral peruano, y que ha sido comúnmente descrita desde 1971 (Penchaszadeh P. 1971; Sánchez R. y Álamo V., 1974), aunque existen trabajos anteriores donde ya se identificaba como uno de los invertebrados más comunes del Perú (Johnson M. y Lewis W., 1942; Koepcke H. 1958), por lo que permanece siendo de interés hasta la actualidad. En relación con su biología, *E. analoga* es una especie abundante en playas arenosas y es mayormente encontrado en la zona medio litoral e infralitoral, presentando mayor abundancia en las estaciones de primavera y verano, mientras que es menos abundante en otoño e invierno; este comportamiento responde a sus ciclos reproductivos. No

obstante, los autores coinciden en que la densidad poblacional de esta especie fluctúa durante las mismas épocas del año y mismas playas, por lo que el comportamiento de su densidad es fluctuante e impredecible.

También responde a una predominancia estacional de sexos, siendo los machos más predominantes sobre hembras 3:1, llegando a alcanzar una proporción 16:1 (excepto en la estación de primavera). Suelen estar presentes en sitios con profundidades no mayores a 2 m donde se alimentan, pero en la época reproductiva las hembras ovígeras y organismos de mayor tamaño se pueden encontrar en sitios de hasta 40 m (Sánchez, 1988).

En el presente monitoreo, la abundancia de *E. análoga* fue de 495 individuos colectados, en el mes de octubre correspondiente a la primavera, el 100% de las estaciones donde tuvieron presencia se caracterizaron por ser de sustrato arenoso, y con profundidades menores a los 5 m, siendo ZI-17 la estación en donde fue registrado con mayor, ubicado en la parte norte del área de monitoreo (correspondiente al área de Huacho). Cabe resaltar que, aunque los sitios de estudio reportados por diversos estudios corresponden a la costa sur, los cuales se encuentran alejados de las estaciones aquí evaluadas, se observa que el comportamiento en cuanto a la selección del hábitat y distribución batimétrica de esta especie es congruente con lo descrito en los estudios publicados.

En general, se puede considerar que los resultados faunísticos actuales aquí reportados, son consistentes con las especies que se reportan en los diferentes compendios taxonómicos realizados en el litoral del Perú. Es importante mencionar que muchas especies no fueron capturadas con los métodos de colecta en campo, pero fueron observados en los videos tomados con el ROV. Esta herramienta aportó un panorama más amplio de las comunidades marinas presentes en las zonas de muestreo, lo que confirma su gran utilidad para obtener evidencia visual *in situ*, ya que los muestreos pueden a veces subestimar o sesgar la información de diversidad de los sitios de muestreo.

En cuanto a los datos cuantitativos, estos suelen ser variables en los diversos estudios, posiblemente esto se explica bajo el conocimiento de eventos a gran escala como el caso del “Niño” o la “Niña” que han propiciado cambios en el ecosistema marino peruano, y, por tanto, en las comunidades bentónicas.

Aramayo V. (2021), menciona que estos cambios pueden generar diversas respuestas por parte de los organismos bentónicos, significando mejoras en la riqueza bentónica, lo cual se percibe con la constante aparición de nuevos taxones en el área. Lo cierto es que el constante sometimiento de estos fenómenos a diferentes magnitudes, otorgan a las comunidades bentónicas cierta resistencia a cambios abruptos en su ecosistema (ya sea por procesos naturales o de antropización), dándoles la capacidad de adaptabilidad. Bajo este supuesto, esto podría explicar la frecuente rediversificación de estos organismos ante ambientes desafiantes para su prevalencia (Herrera *et al.*, 2019; Aramayo V. *et al.*, 2021).

7.2.2.7 Conclusiones de los resultados de macroinvertebrados bentónicos y macroalgas

- En la zona intermareal, el análisis general de los atributos ecológicos de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, indican una abundancia promedio de 331.40 organismos, con un valor máximo de abundancia de 4,032 organismos, y una riqueza máxima de 10 taxa. Ambos atributos comunitarios corresponden a la estación B-ZI-12 perteneciente a la zona blanco (esta estación está situada en Chorrillos). Esta abundancia fue mayormente aportada por los mitílidos *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus*, organismos particularmente considerados como constantes o dominantes para las costas peruanas.
- En cuanto a la zona submareal la abundancia máxima encontrada fue de 848 organismos. En su mayoría esta abundancia al igual que en la zona intermareal, es aportada por el mitílido *Semimytilus patagonicus* (encontrados en la estación GP-30-129 con 11.6 m de profundidad, perteneciente al área

de los islotes Grupo de Pescadores). La riqueza máxima fue con 14 taxa (reportado en la estación GP-50-47, también en el área de los islotes, con 25.3 m de profundidad).

- En general, se observó en el presente monitoreo que el comportamiento en cuanto abundancia y diversidad, tuvo una tendencia esperada, en donde la diversidad de especies es mayor en el medio submareal oceánico en relación con el intermareal nerítico, debido a la dominancia que presentan algunas especies en las zonas intermareales, las cuales suelen presentar mayores abundancias de especies dominantes.
- Se observa que las diferencias entre las características de los distintos hábitats (la geomorfología, tipo de sustrato, variación en los parámetros físicos (P. ejem. OD, turbidez, etc.), grado de intervención humana y presencia de estresores naturales (P. ejem. descarga de ríos, concentración de metales en agua y sedimento, presencia de residuos sólidos, etc.) entre puntos blancos y estaciones de muestreo, limitan claramente el uso de estaciones blanco o sitios de referencia como elemento comparativo para eventos discretos, siendo necesario establecer comparaciones temporales, ya sea a través de líneas base o estudios realizados en el área de monitoreo (información secundaria).
- Se realizó un comparativo de los resultados obtenidos en este monitoreo, con información secundaria proveniente de publicaciones científicas, y en general, se puede concluir que tanto los estudios que concuerdan con la zona del presente monitoreo y los que pertenecen a distintos sitios (la mayoría de ellos realizados en la costa sur), existe una tendencia en el comportamiento de la distribución y composición de los macroinvertebrados bentónicos, que es congruente con lo reportado en este monitoreo. También se observa una relación directa de los organismos con el tipo de sustrato, por lo que se identifican a especies cosmopolitas como es el caso de *Semimytilus patagonicus*, que se encuentra en diferentes tipos de sustratos y profundidades, en cambio, *Perumytilus purpuratus* sólo se encontró en profundidades en un rango de 0 a 5 m. Otros ejemplos son *Nereis sp.*, quien mostró mayor afinidad por el sustrato rocoso a rocoso conchueludo, donde tuvo la mayor frecuencia, a diferencia del anélido *Magelona sp.* que presentó mayor afinidad por sustratos fangosos o arenosos. *E. analoga* es otro ejemplo de organismos que tienen una distribución asociada al sustrato arenoso, y profundidad somera, mientras que el ophiuroideo *Ophiactis sp.* se encontró distribuida en varios tipos de sustratos de la zona intermareal y submareal.

Por lo que se puede concluir que la caracterización estructural de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos responden al tipo de sustrato y profundidad, ya que algunos organismos mostraron mayores densidades en un tipo de sustrato, mientras que otras presentan una distribución más generalista. Cabe mencionar que en los sitios donde existen praderas de algas rodófitas y clorófitas, se observan asociaciones con algunas otras especies, ya que juegan un papel importante como estructuradoras comunitarias.

- Se observa que la variación espacial del índice de diversidad (H'), reportada como parte de la prospección para la delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región Lima (Chancay – islas Ventanilla) En: IMARPE, 2010 (II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul), es muy similar con la variación espacial del índice de diversidad (H') reportada en el presente monitoreo, lo cual se evidencia en los registros visuales obtenidos del ROV en cuanto a la diversidad presente en las áreas correspondientes a los bancos naturales delimitados por el IMARPE (2010).
- Los phylum en su mayoría registrados en el monitoreo, coinciden con los reportados por otros autores, al igual que el porcentaje composicional, siendo los moluscos, artrópodos y anélidos los organismos más representativos, aunque, al igual que en otros estudios, para este monitoreo existieron sitios con mayor dominio de anélidos.

7.2.3 Resultados del necton

7.2.3.1 Riqueza y Biodiversidad

El necton incluye a los animales acuáticos con capacidad de desplazarse en forma independiente de las corrientes marinas o dulceacuícolas. Las comunidades nectónicas están conformadas por un diverso grupo de organismos, dentro de los que se incluye a peces, cefalópodos, reptiles y mamíferos acuáticos (Sáenz *et al.*, 2013). El taxón con mayor representatividad en el necton es el grupo de los peces (99%), son el grupo más diverso, aproximadamente la mitad de los vertebrados conocidos, aunque se estima que hay aún muchas especies por descubrir (Nelson, 2006). Estos organismos presentan morfología hidrodinámica y aletas para la propulsión, lo que les ha permitido adaptarse en diversos ambientes acuáticos y tener amplia distribución geográfica (Levinton, 2013; Sáenz *et al.*, 2013).

Para la caracterización de la comunidad nectónica se realizó un monitoreo en 46 estaciones de las cuales 36 fueron efectivas, es decir que en estas estaciones se obtuvo captura de organismos mediante alguno de los métodos empleados¹². Para el análisis se ha dividido el componente entre peces e invertebrados marinos. En términos generales entre ambas comunidades se recolectaron 544 individuos de los cuales 396 corresponden a peces y 148 invertebrados marinos.

A nivel taxonómico la comunidad íctica estuvo compuesta por 16 familias y 19 especies con dos (2) representantes de peces cartilaginosos (*Myliobatis* sp. y *Mustelus whitneyi*) y en cuanto a los peces óseos, el orden perciformes fue el más diverso aportando 16 especies. Por su parte la comunidad de macroinvertebrados estuvo representada por 7 familias y 10 especies, el orden Decápoda fue el que tuvo mayor representatividad en cuanto especies, aportando un total de siete (7) especies. La abundancia de especies por componente, estación y zona de monitoreo en relación con la fauna íctica, se presentó con el mayor registro en la estación ZM-20-22 correspondiente a la Zona Reservada de Ancón (ZRA) con las siguientes especies más representativas: *Sciaena deliciosa* “lorna” y *Engraulis ringens* “anchoveta”. Con respecto a los macroinvertebrados, se obtuvo una abundancia de 148 individuos, el mayor registro se presentó en la estación GP-50-24 correspondiente a la zona del RNSIIPG – Grupo Pescadores las especies más representativas fueron *Tetrapygyus niger* “erizo negro” y *Cancer porteri* “jaiva”.

En Tabla 114 se incluye la clasificación taxonómica de las especies capturadas y el método de captura y/o avistamiento. Los resultados por estación se encuentran en el Anexo 08. Biológicos. Necton.

Tabla 114 Clasificación taxonómica del ensamble nectónico del monitoreo.

PECES						
Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Registro
Chordata	Teleostei	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis</i>	<i>Engraulis ringens</i>	EF_ES_DR
		Mugiliformes	Mugiliidae	<i>Mugil</i>	<i>Mugil cephalus</i>	EF
		Myliobatiformes	Myliobatidae	<i>Myliobatis</i>	<i>Myliobatis</i> sp.	EF
		Perciformes	Belonidae	<i>Strongylura</i>	<i>Strongylura</i> sp.	ES
			Bleniidae	<i>Scartichthys</i>	<i>Scartichthys gigas</i>	NS_PT_DR
			Carangidae	<i>Trachurus</i>	<i>Trachurus murphyi</i>	EF
				<i>Seriola</i>	<i>Seriola</i> sp.	DR
Cheilodactylidae	<i>Cheilodactylus</i>	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	EF_DR			

¹²ES: Enmalle superficie; EF: Enmalle fondo; NS: Nasa; PT: Pinta; SF: Espinel de fondo; SS: Espinel de superficie

PECES

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Registro
			Epinephelidae	<i>Epinephelus</i>	<i>Epinephelus acanthistius</i>	EF
			Haemulidae	<i>Anisotremus</i>	<i>Anisotremus scapularis</i>	ES_DR
				<i>Isacia</i>	<i>Isacia conceptionis</i>	EF
			Pomacentridae	<i>Azurina</i>	<i>Azurina intercrusma</i>	EF_PT_DR
				<i>Microspathodon</i>	<i>Microspathodon</i> sp.	DR
			Sciaenidae	<i>Sciaena</i>	<i>Sciaena deliciosa</i>	EF_ES
				<i>Menticirrhus</i>	<i>Menticirrhus</i> sp.	EF_ES
					<i>Menticirrhus undulatus</i>	EF
			Scombridae	<i>Scomber</i>	<i>Scomber japonicus</i>	EF_ES
			Stromateidae	<i>Stromateus</i>	<i>Stromateus stellatus</i>	EF_ES
Scorpaeniformes	Normanichthyidae	<i>Normanichthys</i>	<i>Normanichthys crockeri</i>	NS		
Siluriformes	Ariidae	<i>Galeichthys</i>	<i>Galeichthys peruvianus</i>	EF_ES		
Chordata	Chondrichthyes	Carcharhiniformes	Triakidae	<i>Mustelus</i>	<i>Mustelus whitneyi</i>	EF

MACROINVERTEBRADOS

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Registro
Echinodermata	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	<i>Arbacia</i>	<i>Arbacia spatuligera</i>	EF
				<i>Tetrapyrgus</i>	<i>Tetrapyrgus niger</i>	EF
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	<i>Allopetrolisthes</i>	<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	NS_EF
			Cancridae	<i>Cancer</i>	<i>Cancer pagurus</i>	NS
				<i>Cancer</i>	<i>Cancer porteri</i>	NS
			Hippidae	<i>Emerita</i>	<i>Emerita analoga</i>	NS
			Aethridae	<i>Hepatus</i>	<i>Hepatus chiliensis</i>	NS_EF
				<i>Hepatus</i>	<i>Hepatus</i> sp.	NS_EF
Munididae	<i>Pleuroncodes</i>	<i>Pleuroncodes monodon</i>	NS			
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius</i>	<i>Nassarius</i> sp.	NS

ES: Enmalle superficie; EF: Enmalle fondo; NS: Nasa; PT: Pinta; ROV: DR

Fuente: ERM, 2023

La identificación y ecología de las especies ha sido fundamentales para entender los procesos que determinan la estructura y organización de las comunidades. En la Tabla 115 se realiza una caracterización para cada una las especies identificadas como parte de la comunidad nectónica (peces y macroinvertebrados).

Tabla 115 Caracterización de las especies encontradas en el monitoreo.

Especies	Descripción	Hábitos tróficos
<i>Engraulis ringens</i>	La anchoveta es una especie pelágica que vive en aguas moderadamente frías, con rangos de temperatura que oscilan entre 16° y 23°C en verano y de 14° a 18°C en invierno. Habita en aguas con salinidad entre 34,5 y 35,1. Se alimenta de zooplancton como eufáusidos, copépodos, anfípodos, huevos, larvas de peces, larvas zoeas, megalopas, fitoplancton como diatomeas y dinoflagelados (Espinoza y Bertrand, 2008).	Omnívoro
<i>Mugil cephalus</i>	La lisa común, es una especie pelágica-costera habita sobre fondos arenosos, areno-fangosos, ríos, lagunas y estuarios. Se alimenta de Diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados, tintínidos, copépodos, eufáusidos y materia orgánica. Rango de profundidad: 0 - 120 m. Generalmente entre 0 y 20 m (Chirichigno, 2001).	Carnívoro
<i>Myliobatis</i> sp.	Raya águila, es una especie Demersal y pelágica en o sobre la plataforma continental 0 - 100 m de profundidad (Last, 2016; Dulvy, 2020).	Omnívoro
<i>Strongylura</i> sp.	Aguja. Pelágica nerítica sobre fondo arenoso, veloces y predadores, frecuentan zonas con vegetación (Chirichigno y Cornejo, 2001). Se alimentan principalmente de pequeños peces (Fischer <i>et al.</i> , 1995).	Zooplanctófago
<i>Scartichthys gigas</i>	Borracho. Esta especie habita en fondos rocosos con abundantes algas, desde Panamá hasta Chile. Se alimenta de plantas, pequeños moluscos y crustáceos. Puede alcanzar una longitud de 27 cm, es ovíparo y deposita sus huevos en las conchas de moluscos o en las rocas. En Perú es uno de los peces más abundantes (Chirichigno y Cornejo, 2001).	Omnívoro
<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel, es una especie pelágica que vive en ambientes relativamente cálidos, con rangos de temperatura del agua que oscilan entre 14 ° y 23 °C. La salinidad puede variar entre 34,80 y 35,25 UPS. Tiene hábitos gregarios formando cardúmenes 20 - 70 cm. Se alimenta de eufáusidos, munida, larvas zoeas, anchoveta, mictófidios, vinciguerría (IMARPE, 2019).	Carnívoros
<i>Seriola</i> sp.	Cojinoba. especie bentónica que habita sobre áreas rocosas costeras con vegetación, arenosas, areno-rocosas y generalmente con fuerte oleaje (Chirichigno y Cornejo, 2001). Se alimenta de invertebrados pequeños.	Carnívoros
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Pintadilla. especie bentónica que habita sobre áreas rocosas costeras con vegetación, arenosas, areno-rocosas y generalmente con fuerte oleaje (Chirichigno y Cornejo, 2001). Se alimenta de invertebrados diversos, con predominancia de anfípodos, gasterópodos y Porcelanidos (Palma & Ojeda, 2002; Medina <i>et al.</i> , 2004).	Carnívoro
<i>Epinephelus acanthistius</i>	Cherna roja. Habita principalmente en arrecifes rocosos y áreas arenosas adyacentes La especie ha sido capturada sobre fondos coralinos y areno-fangosos entre los 30-90 m de profundidad (Gómez y Zapata, 1999).	Carnívoro
<i>Anisotremus scapularis</i>	Chita. Especie costera asociada a zonas rocosas y arenosas (IMARPE, 2018). Se alimenta principalmente de mitílidos, bivalvos, gasterópodos, crustáceos bentónicos y planctónicos, equinodermos, algas y pequeños peces (Medina <i>et al.</i> , 2014; IMARPE, 2017).	Carnívoro
<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza. Especie Demersal costero sobre fondos arenosos y areno-rocosos con alga. Se alimenta preferentemente de pequeños crustáceos como <i>Emerita analoga</i> , macroalgas, plancton, larvas de peces y detritus (Chirichigno y Cornejo, 2001).	Omnívoro
<i>Azurina intercrusma</i>	Castañuela. Habita en aguas costeras a una profundidad variable. La profundidad máxima podría llegar a los 35-40 metros, pero normalmente reside en zonas próximas a los 15 m. Se alimenta principalmente de La alimentación de estos peces se basa en el plancton y en crías de otros peces. Los invertebrados bentónicos también formas parte de su dieta (Loris y Rucabado, 1990).	Omnívoro

Especies	Descripción	Hábitos tróficos
<i>Microspathodon</i> sp	Castañuela. el género incluye a las damiselas de mayor tamaño, alcanzando una longitud de hasta 45 cm (Nelson, 2004). Habita en fondos rocoso/coralino/de ostras, rocas, en la columna de agua y fondo suave. Se alimenta de crustáceos móviles bentónicos (camarones/cangrejos), microalgas bentónicas, Gusanos móviles bentónicos. Se puede encontrar a profundidades entre 1-25 m. (Robertson y Allen, 2015).	Omnívoro
<i>Sciaena deliciosa</i>	Lorna. La distribución geográfica abarca desde Puerto Pizarro (Perú) hasta Antofagasta (Chile) (Chirichigno y Velez, 1998). Es un recurso costero que habita sobre fondos arenosos, capturado mayormente en profundidades entre 8 y 100 bz, y aproximadamente hasta 50 m frente a la costa..	Carnívoro
<i>Menticirrhus undulatus</i>	Bobo. Ocurre a lo largo de costas arenosas y en bahías, generalmente en fondos arenosos de la costa exterior expuesta. Generalmente se encuentra en pequeños grupos; los peces más grandes son más solitarios. Se alimenta de cangrejos de arena, otros crustáceos pequeños y gusanos (Chao L.N., 1995).	Carnívoro
<i>Scomber japonicus</i>	Caballa, Especie pelágica nerítica (Chirichigno N, Cornejo M., 2001). Vive en ambientes relativamente cálidos, con rangos de temperatura del agua que oscilan entre 14 ° y 23 °. La caballa tiene hábitos gregarios formando cardúmenes (IMARPE, 2019). Eufaúsidos, munida, larvas zoeas, copépodos, anchoveta, mictófidios, vinciguerría (Alegre <i>et al.</i> , 2015).	Carnívoro-zooplancófago
<i>Stromateus stellatus</i>	Chilindrina. De 10 a 85 metros de profundidad. Es una especie Pelágica nerítica de aguas templadas sobre fondos arenosos y fangosos. Se alimenta de Zooplankton Crustáceos pelágicos, Larvas pelágicas de peces, Medusas/ctenoforos pelágicos (Chirichigno y Cornejo, 2001).	Omnívoro
<i>Normanichthys crockeri</i>	Camotillo. Habita frecuentemente la zona pelágica nerítica de aguas frías y templadas (Chirichigno & Cornejo, 2001). Los hábitos alimenticios conocidos para ejemplares juveniles y adultos son el pastoreo a materia vegetal (fitoplancton) consumiendo principalmente algas verde-azules y diatomeas. Adicionalmente, se ha reportado el consumo de zooplankton en especial copépodos (Vegas & Pequeño, 1993).	Zooplancófago
<i>Galeichthys peruvianus</i>	Bagre. Es una especie Bentónica demersal sobre fondos blandos (Chirichigno & Cornejo, 2001). Se alimenta principalmente anchoveta, poliquetos, cangrejos, munida y camarón brujo (Castañeda <i>et al.</i> , 2007).	Carnívoro
<i>Mustelus whitneyi</i>	Tollo común. Demersal sobre fondos arenosos y areno-fangosos. Entre 35 y 300 metros de profundidad (Chirichigno & Cornejo, 2001). Se alimentan de crustáceos bentónicos, teleósteos, poliquetos y moluscos (Samané, 1988).	Carnívoro
<i>Arbacia spatuligera</i>	Erizo. Habita en la zona submareal con un estadio larvario planctónico y un amplio rango de distribución, tanto en aguas tropicales como templadas (Millan <i>et al.</i> , 2019).	Herbívoro
<i>Tetrapygus niger</i>	Erizo negro. Es la especie más común que se encuentra a lo largo de toda la costa peruana. es un herbívoro de amplio espectro dietario capaz de consumir algas tanto fijas en el sustrato como a la deriva (Rodríguez 2003) y regularmente puede consumir presas animales y la evidencia indica que pueden ser omnívoras de forma permanente o facultativa (Hughes <i>et al.</i> , 2005; Knip & Scheibling, 2007. En: Navarrete <i>et al.</i> , 2008).	Omnívoro
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	Es un cangrejo de tamaño medio que vive en densas agregaciones sobre rocas desnudas en zonas abiertas y desprotegidas, nunca ocupadas por otras especies de Porcelanidos (Viviani <i>et al.</i> , 2010).	Herbívoro
<i>Cancer pagurus</i>	Se asientan en la zona intermareal. Entre los animales que depreda destacan algunos moluscos y otros crustáceos incluyendo representantes más pequeños de su misma especie.	Carnívoros
<i>Cancer porteri</i>	Jaiva, cangrejo violáceo, jaiva limón. De 0 a 350 m. Es una especie del intermareal hasta ambientes profundos (Moscoso, 2012). En el Callao se ha reportado con mayor abundancia en diciembre (Flores <i>et al.</i> , 2019).	Herbívoro

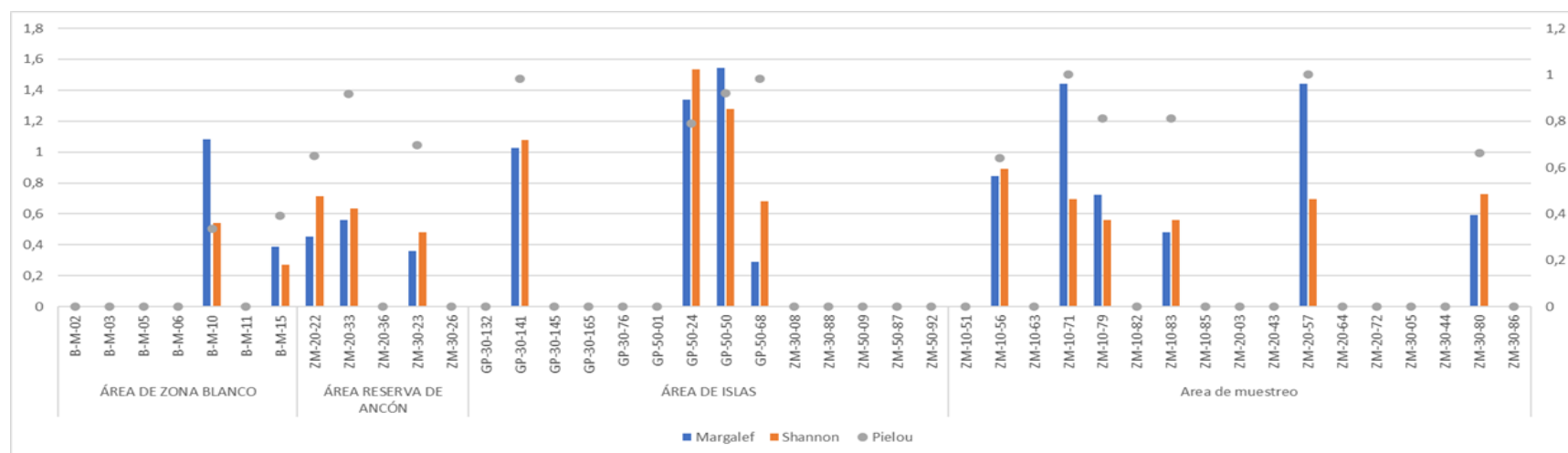
Especies	Descripción	Hábitos tróficos
<i>Emerita analoga</i>	Muy Muy. Zona Intermareal de playas arenosas. Playas de arena muy fina a fina. (Berríos y Olivares, 1996; Dugan <i>et al.</i> , 2000). Puede encontrarse ejemplares pequeños de <i>Semimytilus patagonicus</i> asentados sobre su dorso y también el alga <i>Enteromorpha</i> spp.	Planctofago
<i>Hepatus chiliensis</i>	Cangrejo de arena. Infralitoral, en fondos areno-pedregosos con abundantes algas. Principalmente de 2 a 42 m (Moscoso, 2012).	Herbívoro
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Camaroncito rojo o munida. Tiene una productividad primaria eficiente e intensa, además, posee la más alta variabilidad interanual de todo el mundo. Se encuentra en aguas superficiales oxigenadas y en fondos anóxicos (Moscoso, 2012; Kiko <i>et al.</i> , 2015). Los juveniles son pelágicos y se alimentan del plancton, los adultos son mayormente bento-demersales.	Planctofago
<i>Nassarius sp</i>	Los caracoles <i>Nassarius</i> son importantes en los fondos submareales arenosos o fangosos por su abundancia, son especies carroñeras y soportan altas cargas de materia orgánica (IFOP, 2020).	Necrófago

Fuente: ERM, 2023

A continuación, se muestra un resumen general de los resultados obtenidos con relación a los atributos ecológicos de la comunidad íctica y de macroinvertebrados a través de los índices ecológicos (Fuente: ERM, 2023

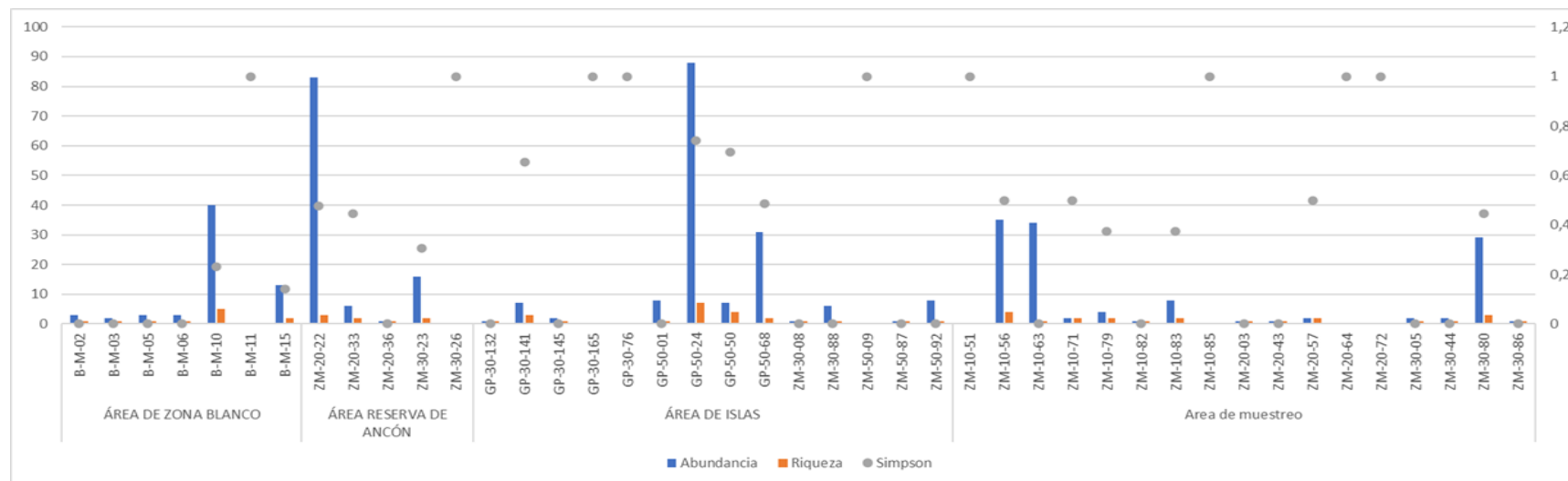
Figura 153 y Figura 154):

- El índice de Margalef (DMg), estima la riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Se asume que valores inferiores a 2 determinan baja diversidad y superiores a cinco, indican una alta diversidad, los valores globales estuvieron entre 0 y 1.54 Bits/Ind.
- El índice de diversidad Shannon (H'), presentó valores entre 0.0 Bits/Ind y 1.53 Bits/Ind; su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies (Roldán y Ramírez, 2008; Segnini, 2003).
- El índice de Equidad de Pielou (J), mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad, para la comunidad en general este oscilo entre 0 y 1.
- Por último, el índice de Simpson (D), mide la riqueza de organismos en una zona a partir del número de individuos observados y su abundancia relativa, donde los valores cercanos a uno (1) significara mayor diversidad de especies y valores cercanos a cero (0) serán tomados como sitios con menor diversidad, este valor para la comunidad nectónica osciló entre 0 y 1.



Fuente: ERM, 2023

Figura 153 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou



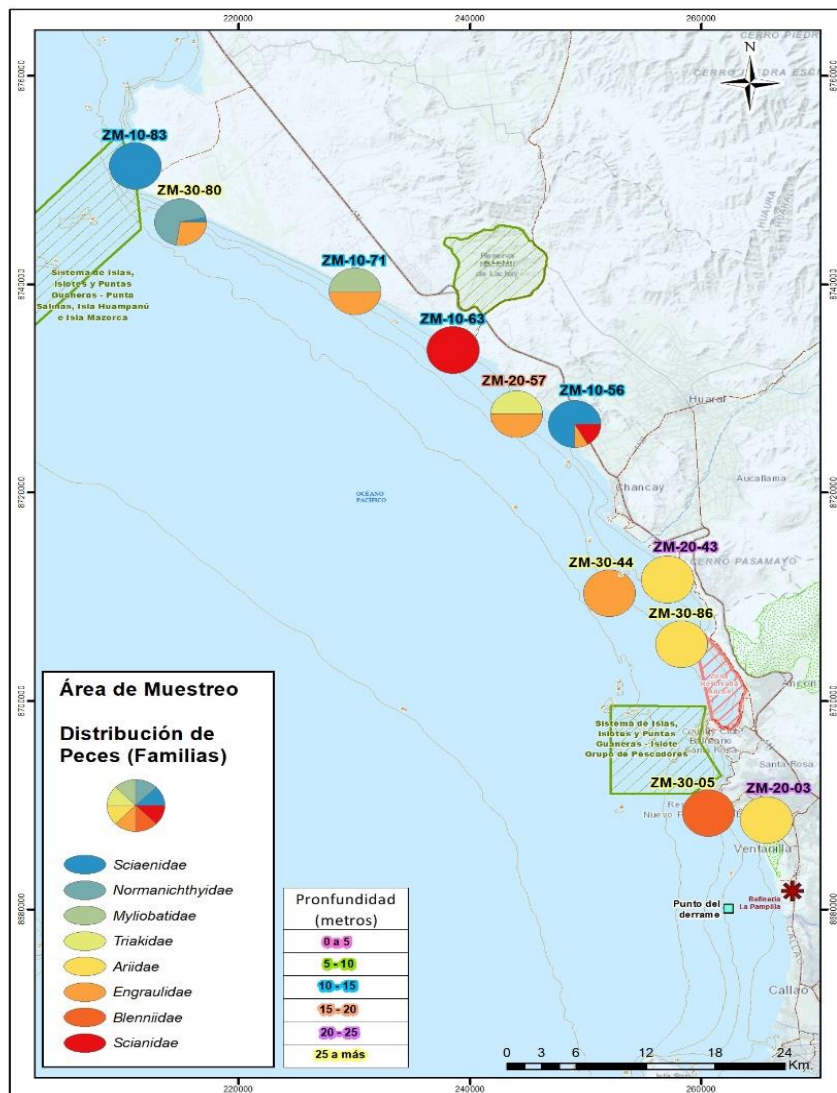
Fuente: ERM, 2023

Figura 154 Índice de Simpson, riqueza y abundancias

7.2.3.2 Área de monitoreo (sin considerar áreas reservadas, protegidas y blancos)

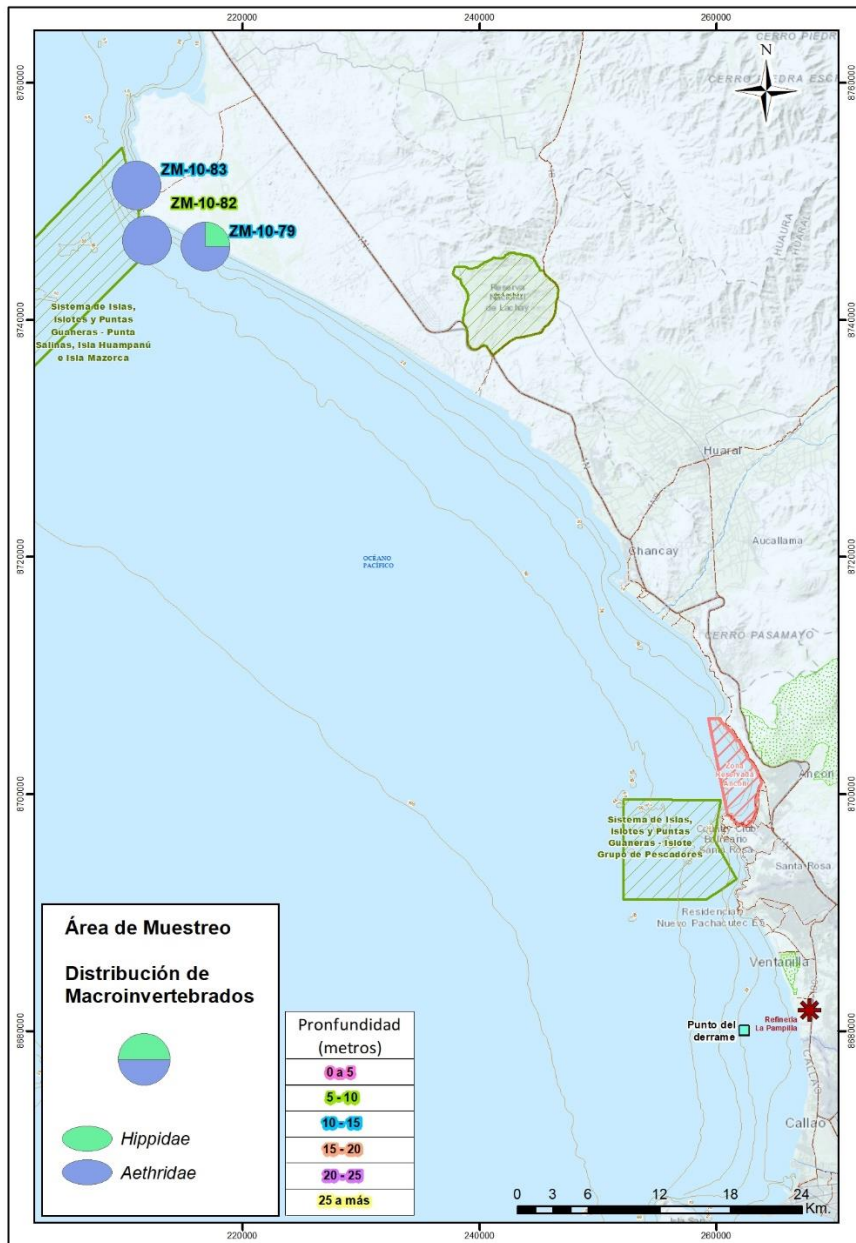
En el área de monitoreo se evaluaron un total de 17 estaciones, de las cuales 11 fueron efectivas para el componente. En relación con la comunidad íctica, 11 estaciones fueron efectivas, las estaciones menos profundas como ZM-10-56 y ZM-10-63 que se encuentran entre los 10-15 metros fueron las más representativas del muestreo con 35 y 34 individuos cada una, seguida por la estación ZM-30-80 una de las más profundas entre los 25 metros o más (profundidad 29.7 m). Las familias más representativas fueron Normanichthyidae y Scianidae (Fuente: ERM, 2023

Figura 155). Por otro lado, con respecto a la comunidad de macroinvertebrados, del total de estaciones, evaluadas se obtuvieron capturas en tres (3) estaciones con profundidades entre los 5 a 15 metros. La estación con mayor representatividad fue ZM-10-83, la cual estuvo representada por individuos de la familia Aethridae. En esta área fueron registradas dos especies de peces cartilaginosos (raya y tiburón tolo) (Figura 156). Los individuos fueron capturados principalmente con enmalle de fondo, superficie y nasas.



Fuente: ERM, 2023

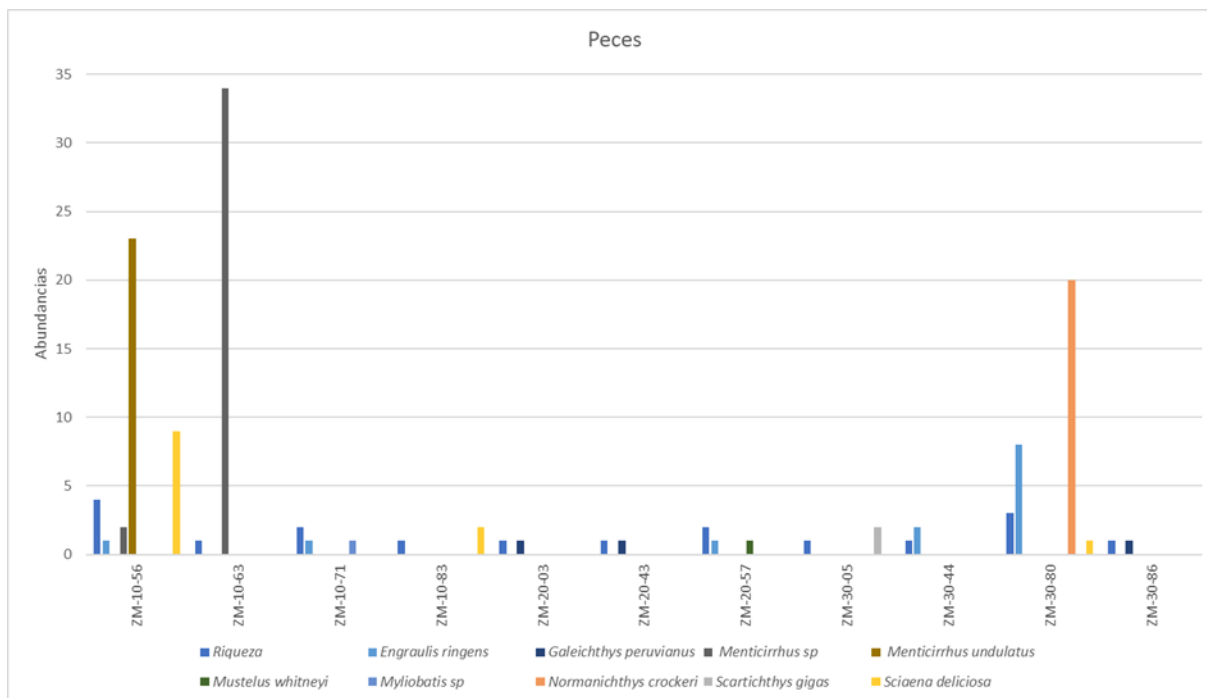
Figura 155 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en el área de monitoreo.



Fuente: ERM, 2023

Figura 156 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de macroinvertebrados en el área de monitoreo.

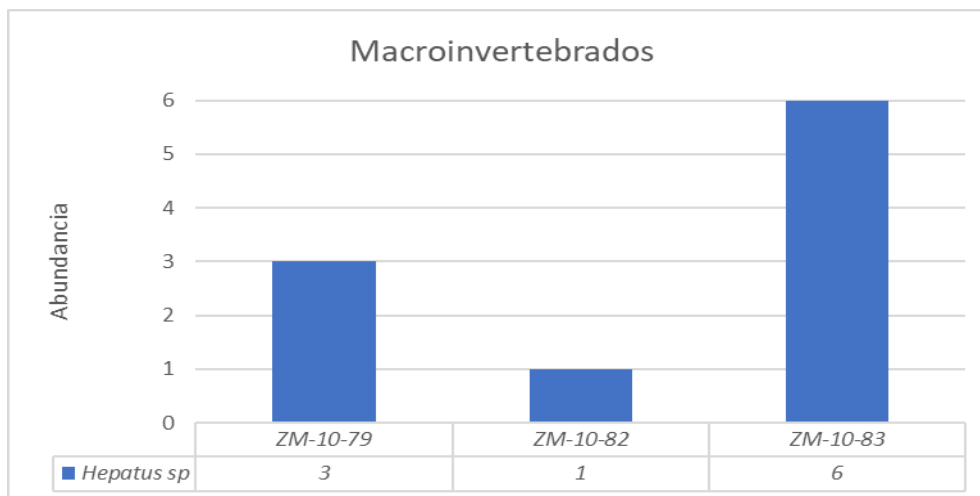
Con relación a la abundancia y riqueza en el área de monitoreo de la comunidad íctica, el género más abundante fue *Menticirrhus* y la especie más abundante fue *Menticirrhus undulatus* con 23 individuos en la estación ZM-10-56, seguido por *Normanichthys crockeri* en la estación ZM-30-80 con 20 individuos (Figura 157).



Fuente: ERM, 2023

Figura 157 Abundancia y riqueza del área de monitoreo para peces.

Con respecto a los macroinvertebrados, la especie más abundante en las capturas fue *Hepatus* sp. (Figura 158) la cual se encuentra comúnmente desde la zona intermareal, en fondos arenosos y fangosos a lo largo de toda la costa peruana (Carbajal y Santamaría, 2017), seguida por un individuo de *Emerita analoga*.



Fuente: ERM, 2023

Figura 158 Abundancia y riqueza del área de monitoreo para macroinvertebrados.

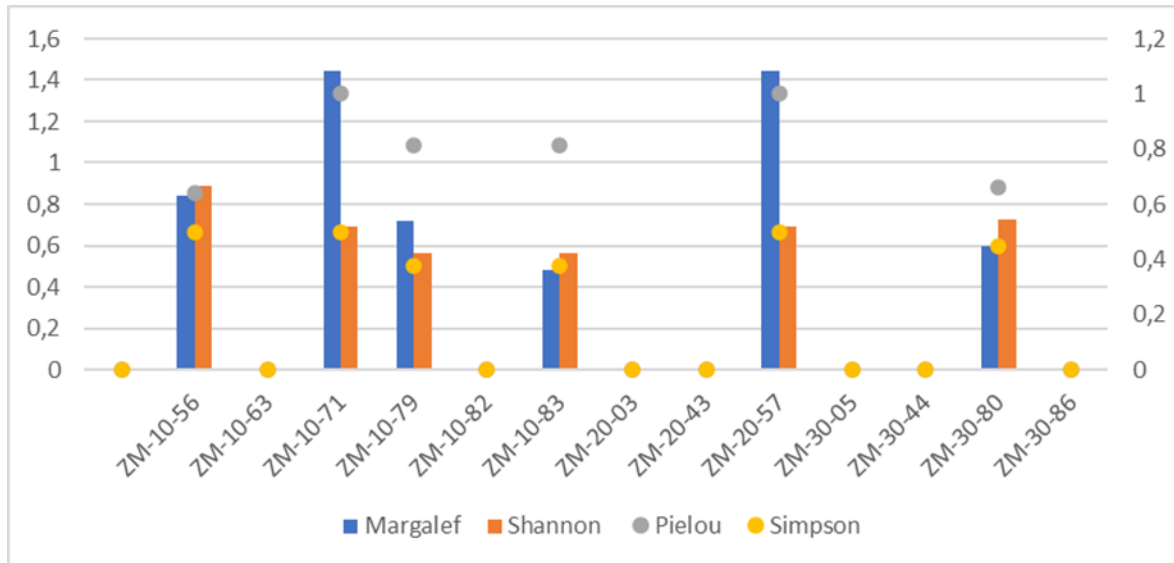
Los resultados obtenidos de la comunidad íctica y de macroinvertebrados a través de los índices ecológico para este grupo se incluyen en la Tabla 116, en esta misma se evidencia que dada la baja riqueza en algunas estaciones los índices no se calcularon (NA) y en otros casos el resultado fue de 0.

Tabla 116 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de monitoreo.

Estación	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
ZM-10-56	0.84	0.89	0.64	35	4	0.50
ZM-10-63	0	0	NA	34	1	0
ZM-10-71	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
ZM-10-79	0.72	0.56	0.81	4	2	0.38
ZM-10-82	NA	0	NA	1	1	0
ZM-10-83	0.48	0.56	0.81	8	2	0.38
ZM-20-03	NA	0	NA	1	1	0
ZM-20-43	NA	0	NA	1	1	0
ZM-20-57	1.44	0.69	1.00	2	2	0.50
ZM-30-05	0	0	NA	2	1	0
ZM-30-44	0	0	NA	2	1	0
ZM-30-80	0.59	0.73	0.66	29	3	0.45
ZM-30-86	NA	0	NA	1	1	0

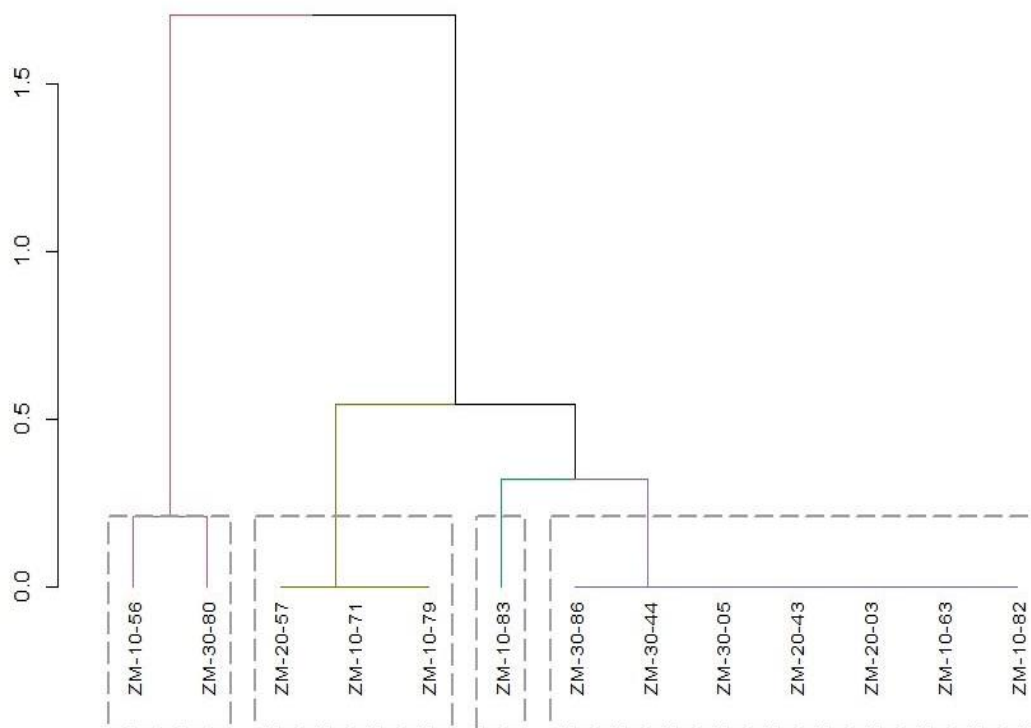
Fuente: ERM, 2023

En la Figura 159 se incluyen de manera gráfica los resultados obtenidos para los índices de diversidad. El índice de Margalef (DMg) en general estuvo entre 0 y 1.44. El índice de diversidad Shannon (H') presentó valores entre 0 y 0.89 Bits/Ind, considerándose valores inferiores a 2 como de baja diversidad. El índice de Equidad de Pielou (J) estuvo entre 0 y 1, siendo 1 el valor donde todas las especies son igualmente abundantes, como aquellas registradas en las estaciones ZM-10-71 y Z-20-57. El índice de Simpson (D) fue reportado con valores entre 0 y 0.49, lo cual indica sitios con baja diversidad. La Figura 160 presenta los resultados obtenidos del análisis de similitud de Bray-Curtis a través de un análisis cluster, en el cual se observa la similaridad entre las estaciones acorde a la abundancia de especies encontradas.



Fuente: ERM, 2023

Figura 159 Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en el área de monitoreo.

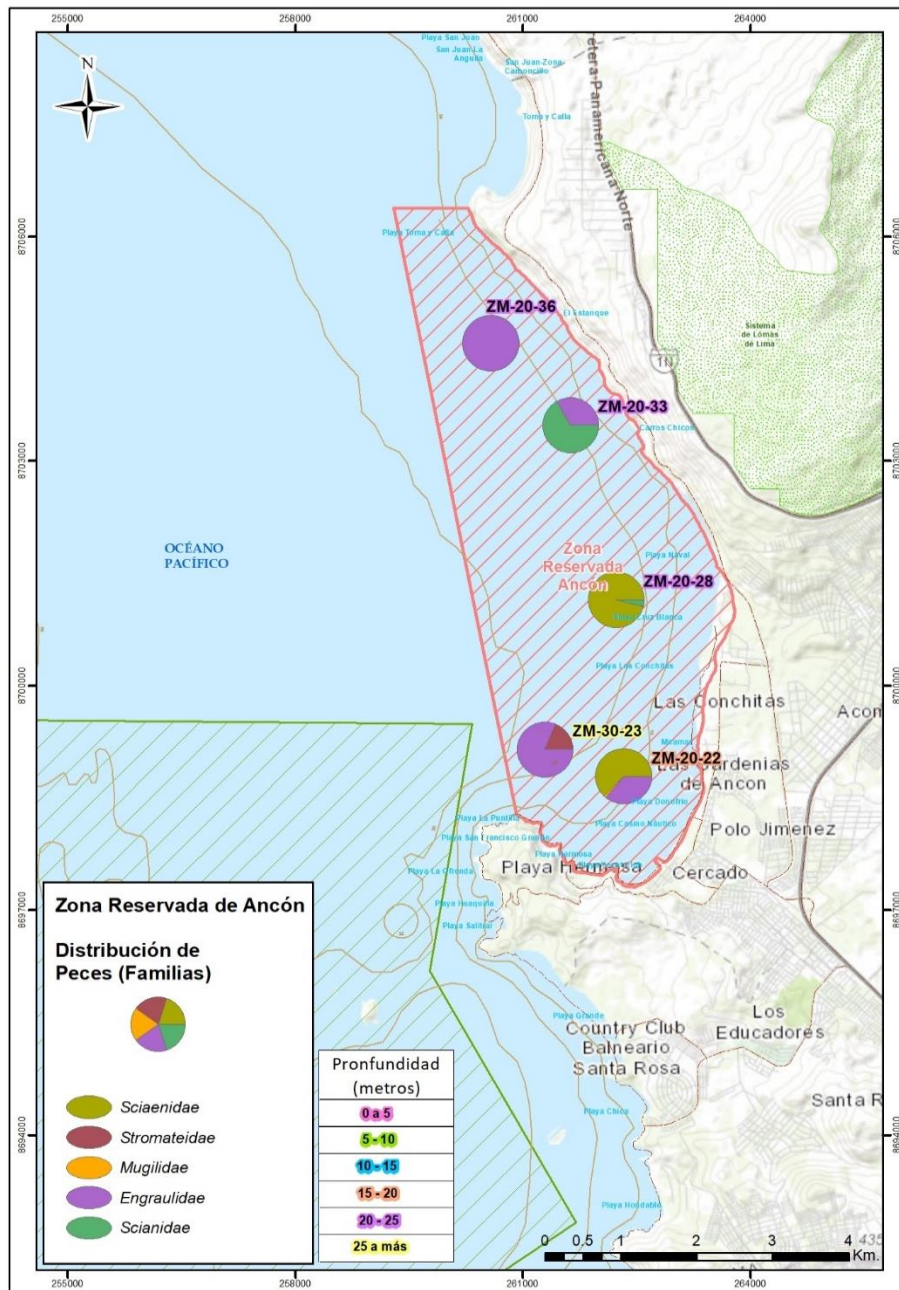


Fuente: ERM, 2023

Figura 160 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de monitoreo.

7.2.3.3 Zona Reservada de Ancón (ZRA)

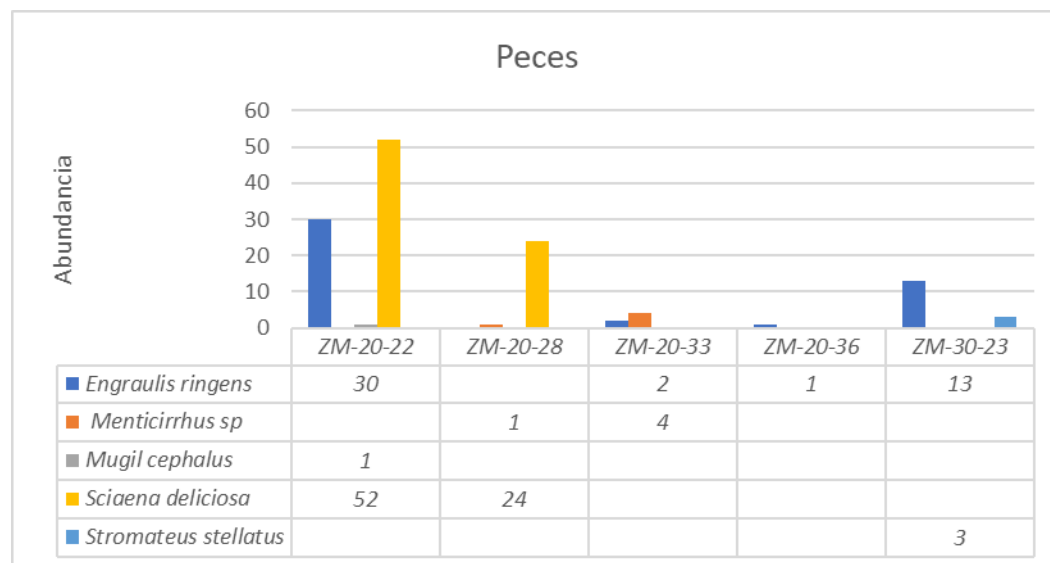
En el área de la Zona Reservada de Ancón (ZRA) se evaluaron 6 (seis) estaciones de muestreo, de las cuales cinco (5) fueron efectivas para el componente nectónico. Es importante mencionar que, en esta zona dentro de los diferentes métodos empleados en el monitoreo, no hubo captura de especies de macroinvertebrados. Las especies ícticas reportadas para esta área fueron capturadas con enmalle (método pasivo de captura), utilizando dos “trenes” de tres redes agalleras con mallas de 2, 3 y 5 pulgadas cada una, unidas entre sí, e instaladas tanto en superficie como en fondo (Figura 161).



Fuente: ERM, 2023

Figura 161 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en el área de la ZRA.

Con relación a la abundancia y riqueza de la comunidad íctica, esta, estuvo representada por las familias Scianidae, Stromateidae, Mugilidae y Engraulidae. La especie más abundante fue *Sciaena deliciosa* “lorna” con 76 individuos, seguida por *Engraulis ringens* “anchoveta” con 46 individuos, capturándose ambas especies mediante el uso de redes de enmalle de superficie y fondo, siendo la estación ZM-20-22, la que obtuvo mayor representatividad en cuanto a captura de peces, y la que se encontró más cercana a la costa (Figura 162).



Fuente: ERM, 2023

Figura 162 Abundancia y riqueza de peces en la ZRA.

Los resultados obtenidos en relación a los índices ecológicos para la comunidad íctica se incluyen en la Tabla 117, en esta, se evidencia que, dada la baja riqueza reportada en algunas estaciones, los índices no fueron calculados (NA), siendo el resultado de 0.

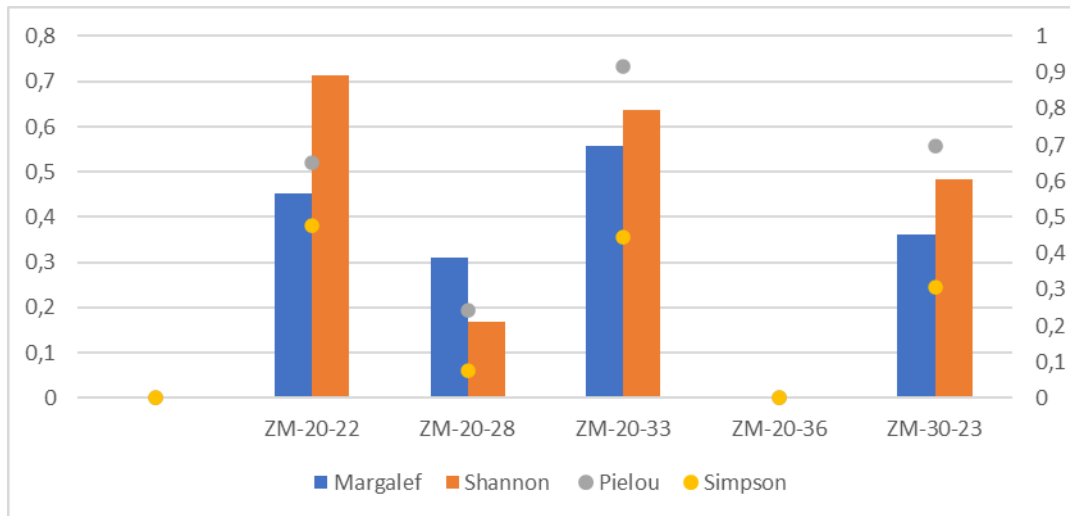
Tabla 117 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de la ZRA.

Estación	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
ZM-20-22	0.45	0.71	0.65	83	3	0.48
ZM-20-28	0.31	0.17	0.24	25	2	0.08
ZM-20-33	0.56	0.64	0.92	6	2	0.44
ZM-20-36	NA	0	NA	1	1	0
ZM-30-23	0.36	0.48	0.70	16	2	0.30

Fuente: ERM, 2023

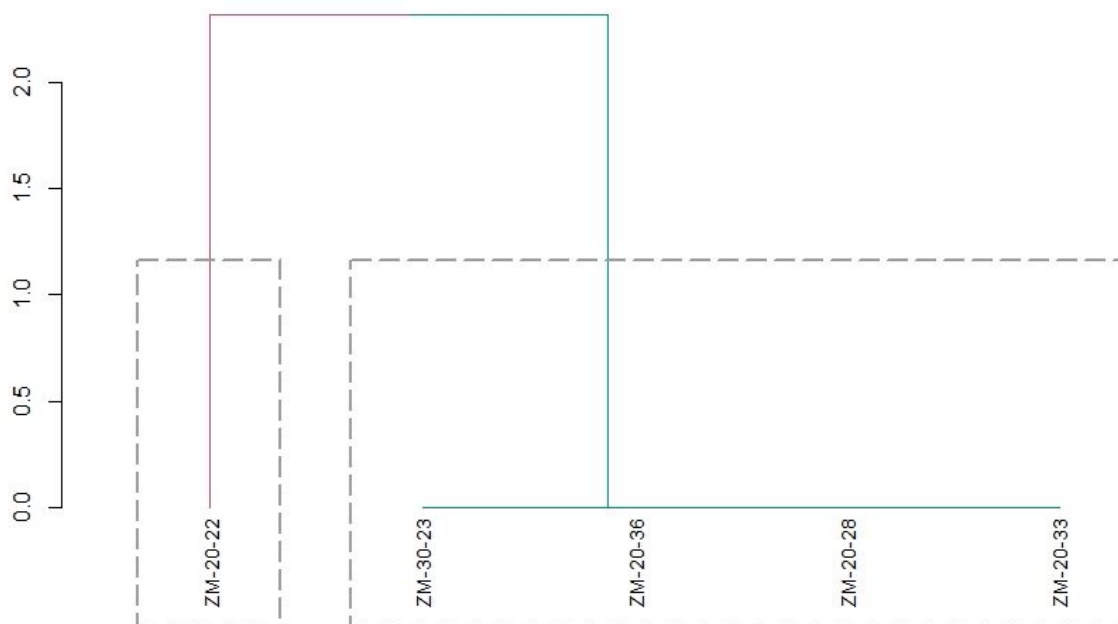
En la Figura 163 se incluye de manera gráfica los resultados obtenidos para los índices de diversidad. El índice de Margalef (DMg) en general estuvo entre 0 y 0.56. Se reportó un índice de diversidad de Shannon (H') con valores entre 0 y 0.71 Bits/Ind. El índice de Equidad de Pielou (J) estuvo entre 0.24 y 0.92, siendo este último valor un indicativo de que las especies son similarmente abundantes (estación ZM-30-23). El índice de Simpson (D) se reportó con valores entre 0 y 0.48. En la Figura 164 se presentan los resultados

obtenidos del análisis de similitud de Bray-Curtis a través de un análisis cluster, en el cual se ve la similaridad entre estaciones acorde a la abundancia de especies encontradas.



Fuente: ERM, 2023

Figura 163 Índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en el área de la ZRA.



Fuente: ERM, 2023

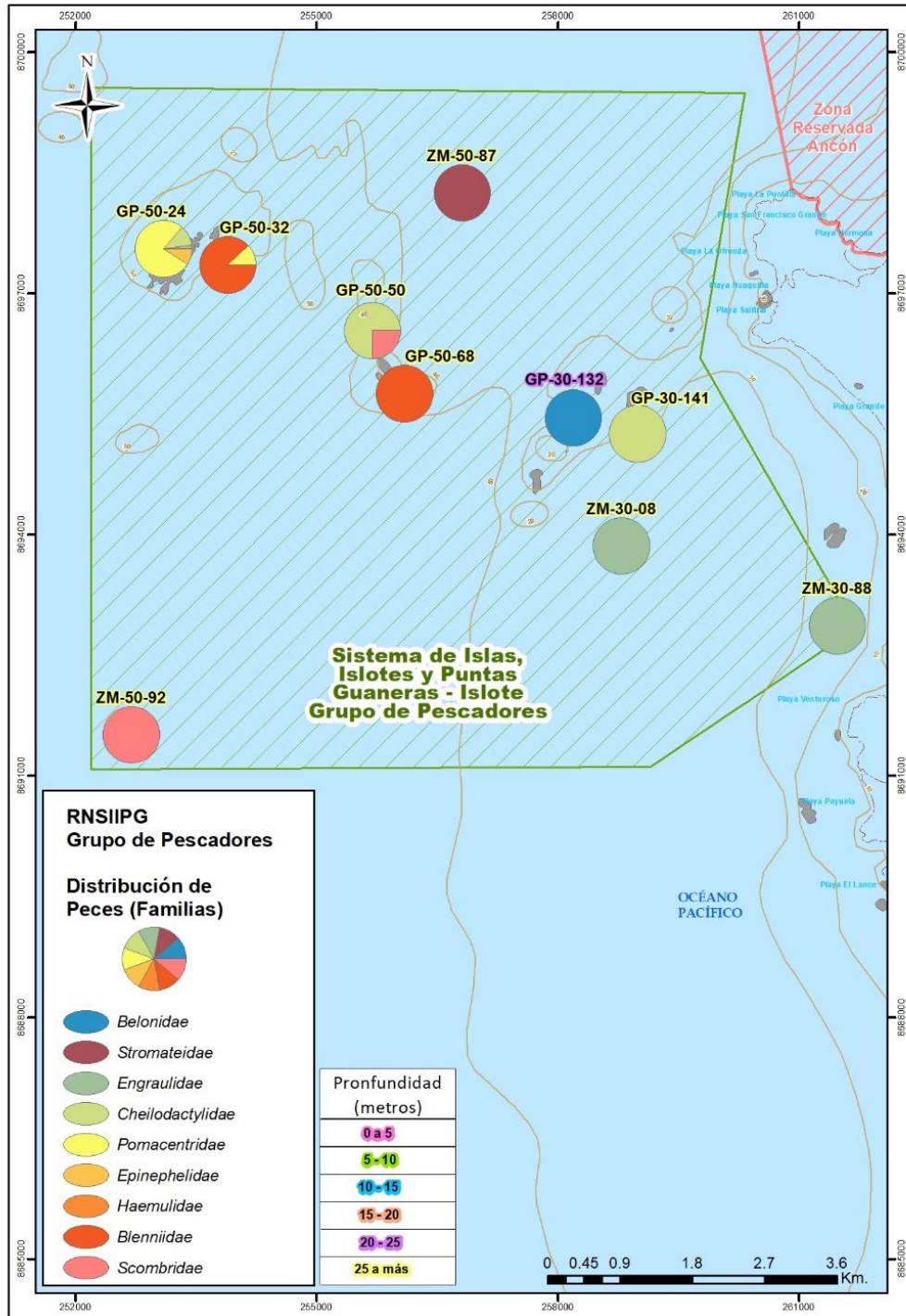
Figura 164 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de la ZRA.

7.2.3.4 Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) – Grupo Pescadores

El área de RNSIIPG – Grupo Pescadores fue la más representativa en cuanto a la abundancia y riqueza de especies, teniendo en cuenta que, la presencia de islas e islotes son zonas de geomorfología compleja y/o sustrato variado (roca, conchuela, cantos rodados, arena y zonas mixtas) que conforman hábitats complejos que albergan praderas de macroalgas, las cuales además conforman microhábitats para diversos macroinvertebrados bentónicos. Es importante mencionar que, la importancia de las islas e islotes del Grupo Pescadores como áreas de reclutamiento, refugio, alimentación y productividad, fue identificado por el IMARPE (2010), por lo cual, fueron incluidos dentro de la delimitación de bancos naturales caracterizados en la Región Lima (*II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul*).

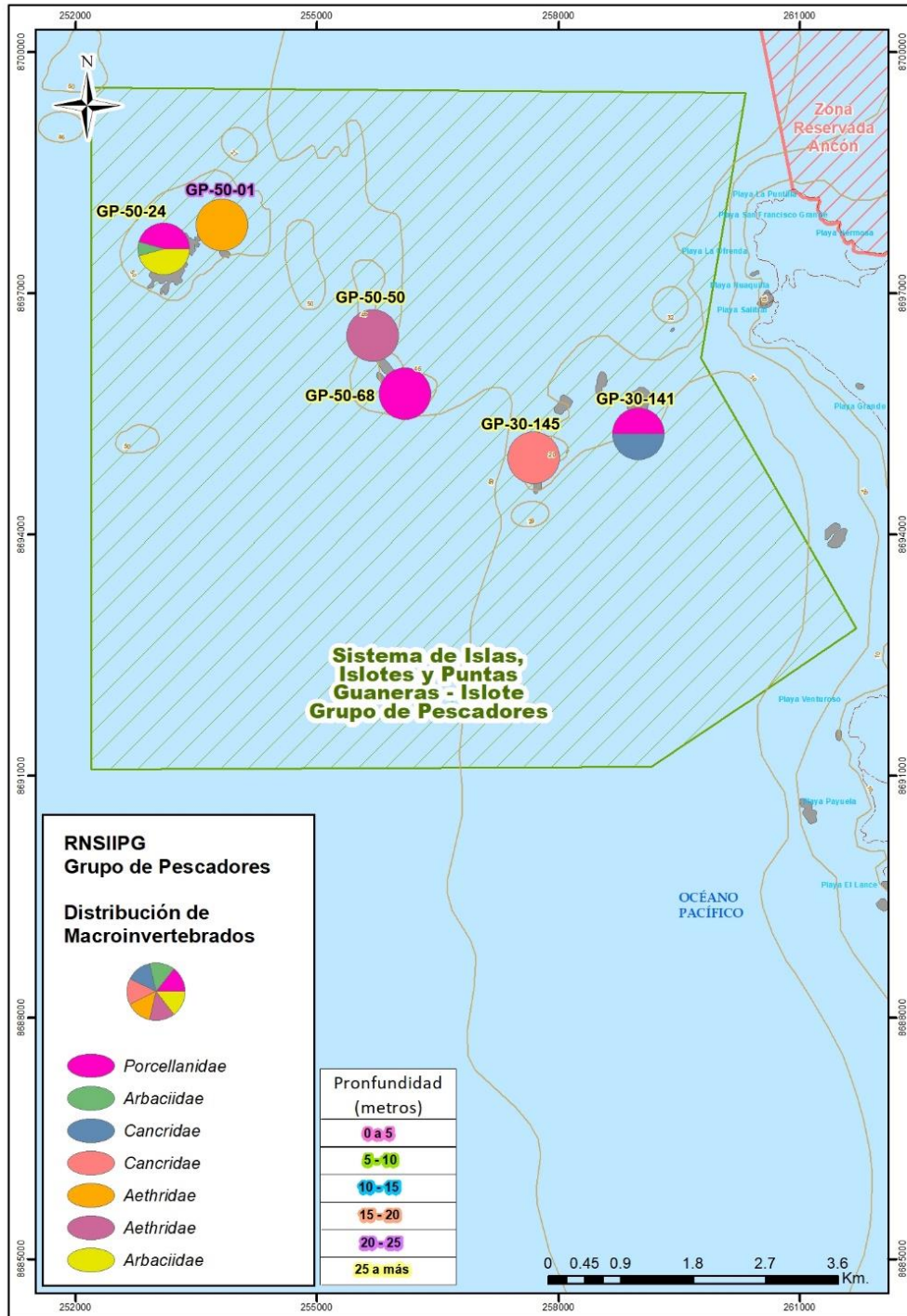
En esta área se evaluaron un total de 15 estaciones de muestreo, de las cuales doce fueron efectivas. En relación con la comunidad íctica, diez estaciones fueron efectivas y el monitoreo estuvo representado por individuos de las familias Haemulidae, Belonidae, Blenniidae, Carangidae, Cheilodactylidae, Engraulidae, Epinephelidae, Pomacentridae, Scombridae y Stromateidae. En lo que respecta a la comunidad de macroinvertebrados, del total de estaciones de muestreo, fueron efectivas 6 estaciones, las cuales estuvieron representadas por individuos de las familias Porcellanidae, Arbacidae, Cancridae y Aethridae (ver Figura 165 y Figura 166).

Los individuos fueron capturados principalmente con enmalle, utilizando dos “trenes” de tres redes agalleras con mallas de 2, 3 y 5 pulgadas cada una, unidas entre sí, e instaladas tanto en superficie como en fondo, pesca con cordel (pinta) y capturas mediante el uso de nasas (trampas cebadas).



Fuente: ERM, 2023

Figura 165 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

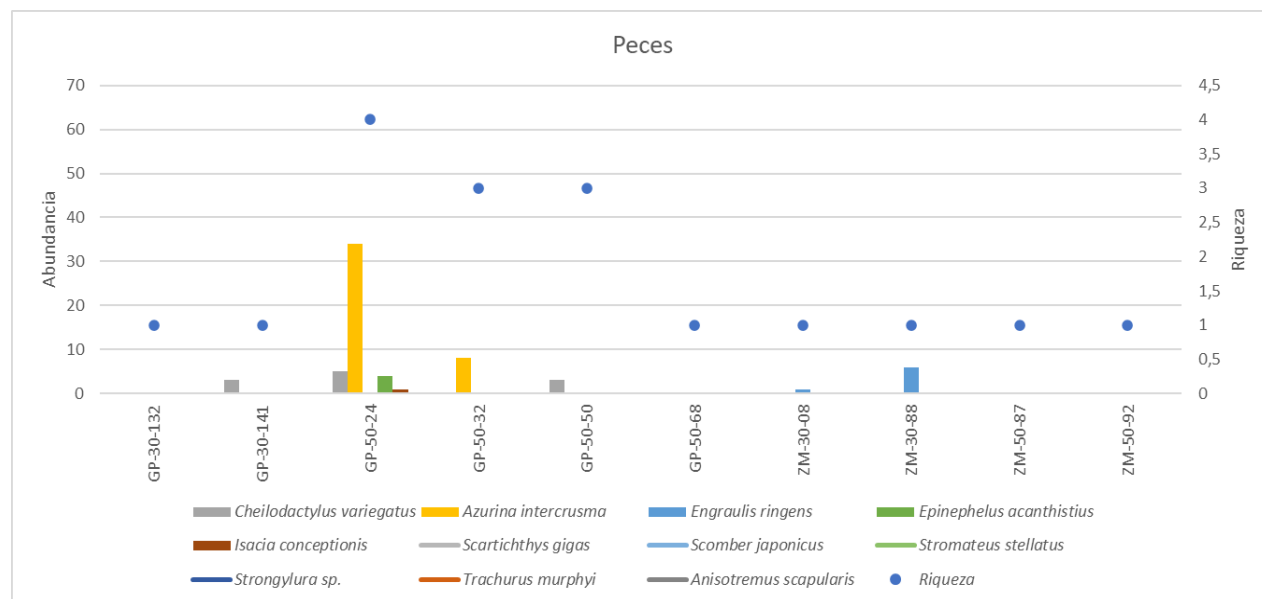


Fuente: ERM, 2023

Figura 166 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de macroinvertebrados en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Con relación a la abundancia y riqueza en el área de monitoreo, en la comunidad íctica, la especie más abundante fue *Scartichthys gigas* “borracho”. En el Perú es uno de los peces más abundantes (Chirichigno y Cornejo, 2001) con 71 individuos capturados, seguido por la especie *Azurina intercrusma* “castañuela” con 44 individuos colectados con pinta, enmalle de fondo y nasa a una profundidad de 25 metros a más y

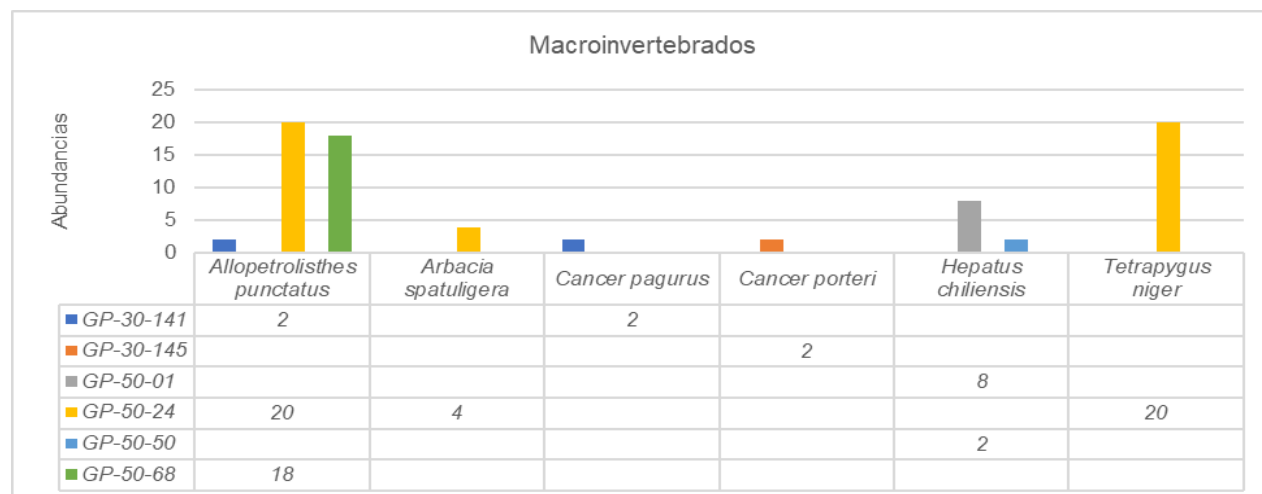
por último *Cheilodactylus variegatus* “pintadilla” con 11 individuos a una profundidad de 20-25 metros (Figura 167).



Fuente: ERM, 2023

Figura 167 Abundancia y riqueza de peces en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Con respecto a los macroinvertebrados, las especies más abundantes fueron *Allopetrolisthes punctatus* “tijerita” seguida por *Tetrapygyus niger* “erizo negro”, ambas con 20 individuos recolectados en la estación GP-50-24, la cual es una de las estaciones más profundas y alejadas de la costa (25 metros a más) (Figura 168).



Fuente: ERM, 2023

Figura 168 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Los resultados obtenidos en relación a los atributos ecológicos de la comunidad íctica y de macroinvertebrados a través de los índices ecológicos, se incluyen en la Tabla 118. En esta misma, se evidencia que, dada la baja riqueza reportada en algunas estaciones, los índices no se calcularon (NA) y en otros casos el resultado fue de 0.

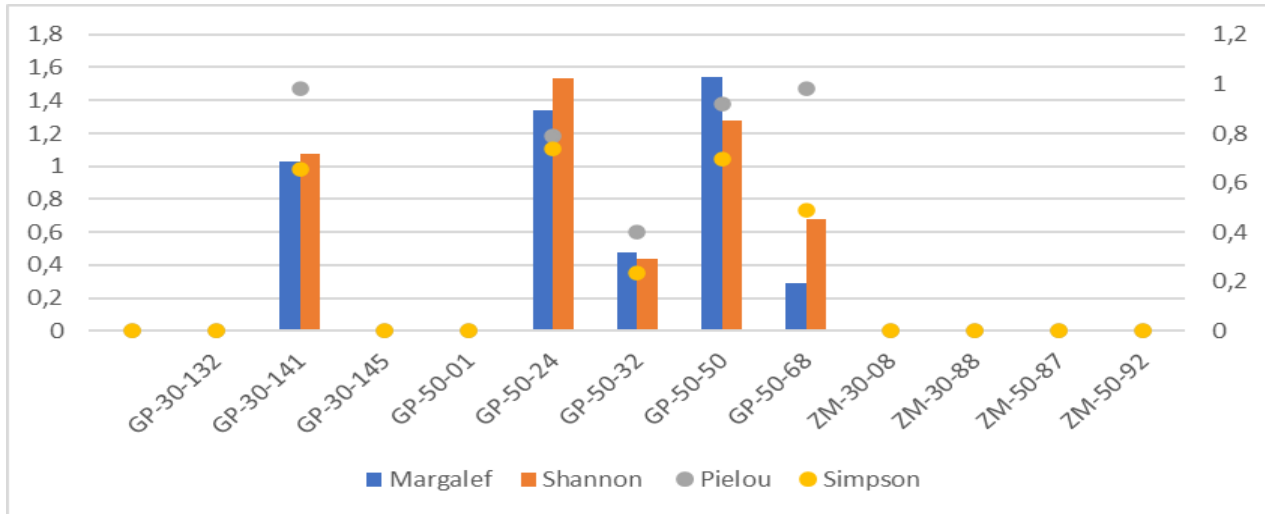
Tabla 118 Índices de diversidad para la comunidad nectónica del área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

Estación	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
GP-30-132	NA	0	NA	1	1	0
GP-30-141	1.03	1.08	0.98	7	3	0.65
GP-30-145	0	0	NA	2	1	0
GP-50-01	0	0	NA	8	1	0
GP-50-24	1.34	1.54	0.79	88	7	0.74
GP-50-32	0.48	0.44	0.40	67	3	0.24
GP-50-50	1.54	1.28	0.92	7	4	0.69
GP-50-68	0.29	0.68	0.98	31	2	0.49
ZM-30-08	NA	0	NA	1	1	0
ZM-30-88	0	0	NA	6	1	0
ZM-50-87	NA	0	NA	1	1	0
ZM-50-92	0	0	NA	8	1	0

Fuente: ERM, 2023

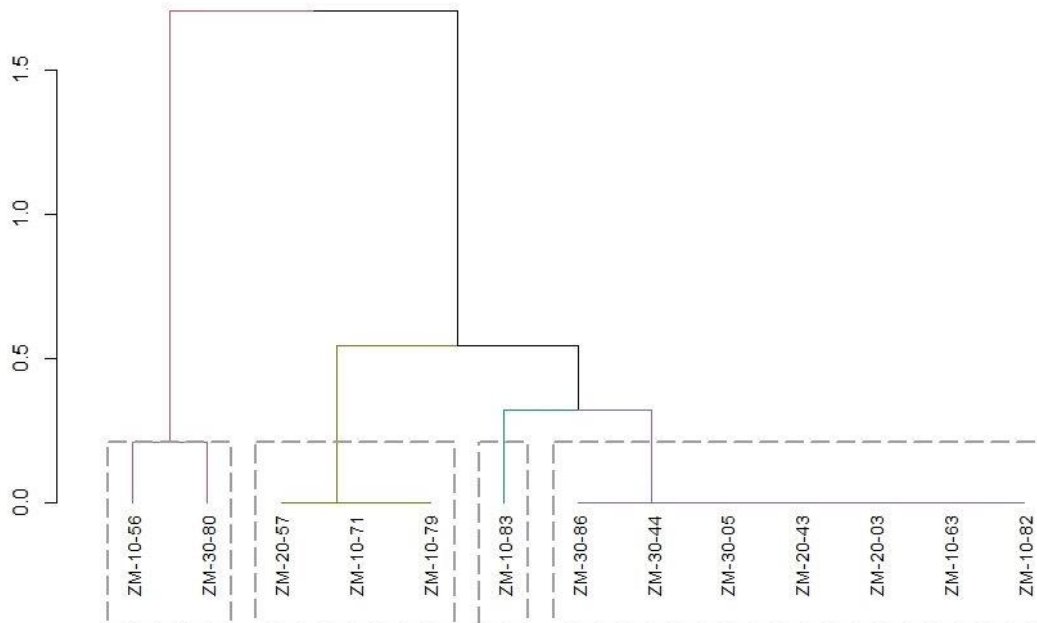
En la Figura 169 se incluyen de manera gráfica los resultados obtenidos para los índices de biodiversidad. El índice de Margalef (DMg) en general estuvo entre 0 y 1.54. El índice de diversidad de Shannon (H'), presentó valores entre 0 y 1.27 Bits/Ind. El índice de Equidad de Pielou (J) estuvo entre 0.4 y 0.98, siendo este último valor un indicativo de que las especies son similarmente abundantes (estaciones GP-30-141 y GP-50-68). El índice de Simpson (D) presentó valores entre 0.23 y 0.73. El grupo de estaciones con mayor riqueza y abundancia se encuentra caracterizado por ser las más profundas.

En la Figura 170 se presenta los resultados obtenidos del análisis de similitud de Bray-Curtis a través de un análisis cluster, en el cual se ve la similaridad entre estaciones acorde a la abundancia de especies encontradas.



Fuente: ERM, 2023

Figura 169 Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en el área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.



Fuente: ERM, 2023

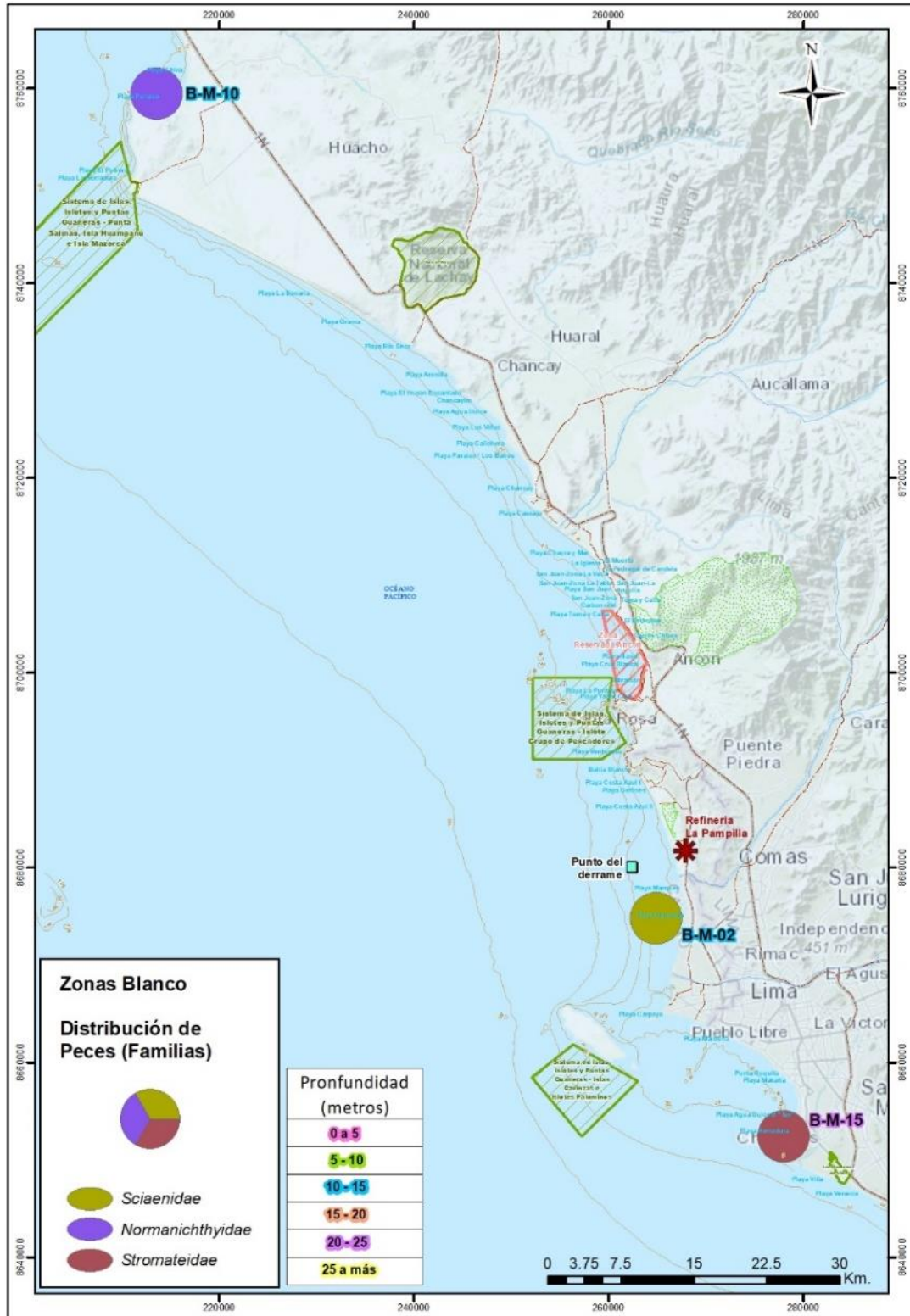
Figura 170 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones del área de RNSIIPG – Grupo Pescadores.

7.2.3.5 Zonas blanco

En las zonas blanco, se evaluaron 8 estaciones de muestreo, de las cuales, en seis (6) se reportaron capturas de individuos, tanto de peces como macroinvertebrados. En relación con la comunidad íctica, en tres (3) se registraron capturas efectivas, reportándose individuos de la familia Sciaenidae,

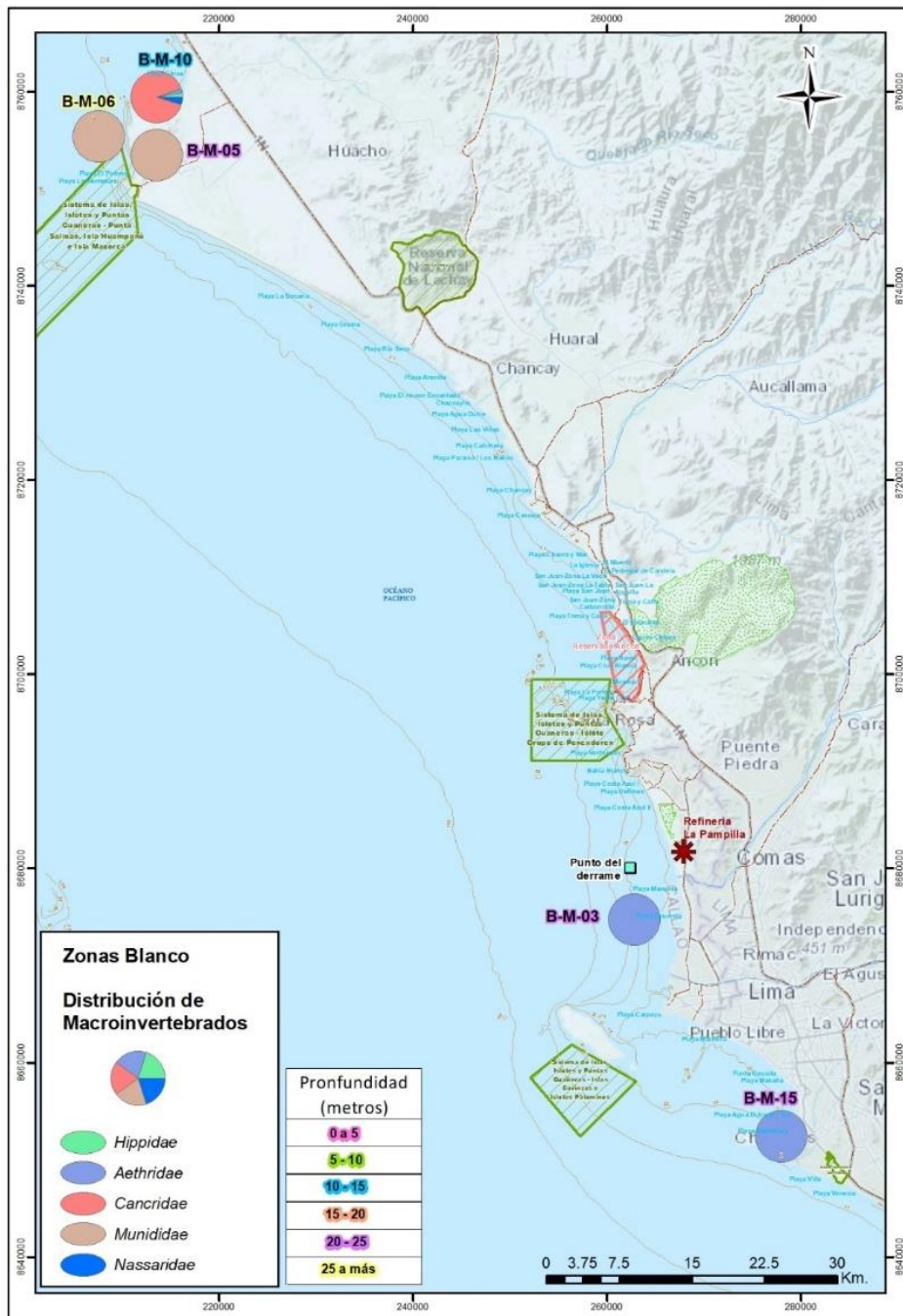
Normanichthyidae y Stromateidae. En lo que respecta a la comunidad de macroinvertebrados, de las 8 estaciones de muestreo, en cinco (5) se registraron capturas, siendo representadas por individuos de la familia Cancridae, Munididae, Nassariidae e Hippidae (Figura 171 y Figura 172).

Los individuos fueron capturados principalmente con enmalle, utilizando dos “trenes” de tres redes agalleras con mallas de 2, 3 y 5 pulgadas cada una, unidas entre sí, e instaladas tanto en superficie como en fondo, y capturas mediante el uso de nasas (trampas cebadas).



Fuente: ERM, 2023

Figura 171 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de peces en las zonas blanco.



Fuente: ERM, 2023

Figura 172 Mapa con el resumen de resultados de la comunidad de macroinvertebrados en las zonas blanco.

Con relación a la abundancia y riqueza en la zona blanco, en la comunidad íctica, la especie más abundante fue *Sciaena deliciosa* "lorna" con 3 individuos capturados con enmalle de superficie. Esta es una especie bentopelágica de amplia distribución en la plataforma continental, generalmente al norte y centro del litoral peruano, con preferencia sobre fondos arenosos y rocosos de aguas templadas en el área de la Corriente Costera Peruana (Chirichigno y Cornejo, 2001) (Fuente: **ERM, 2023**

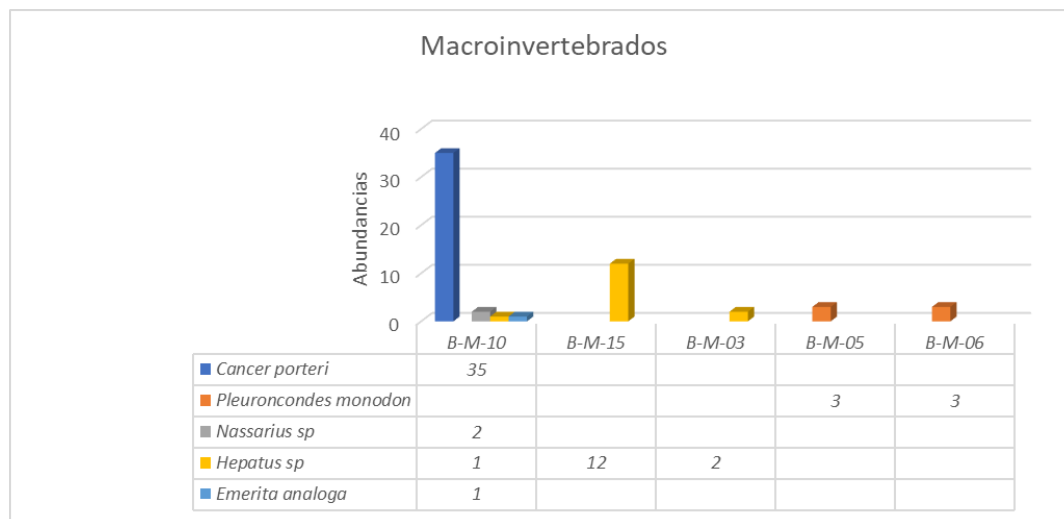
Figura 173)



Fuente: ERM, 2023

Figura 173 Abundancia y riqueza de peces en las zonas blanco.

Con respecto a los macroinvertebrados, la especie más abundante fue *Cancer porteri* “jaiva”, seguida de *Hepatus* sp. “cangrejo”. *C. porteri* se encuentra comúnmente desde la zona submareal somera arena rocosa, mayormente en profundidades de 5 a 15 m (Uribe *et al.*, 2013), y *Hepatus* sp. puede encontrarse desde la zona intermareal, en fondos arenosos y fangosos a lo largo de toda la costa peruana (Carbajal y Santamaría, 2017; Uribe *et al.*, 2013) (Figura 174).



Fuente: ERM, 2023

Figura 174 Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en las zonas blanco.

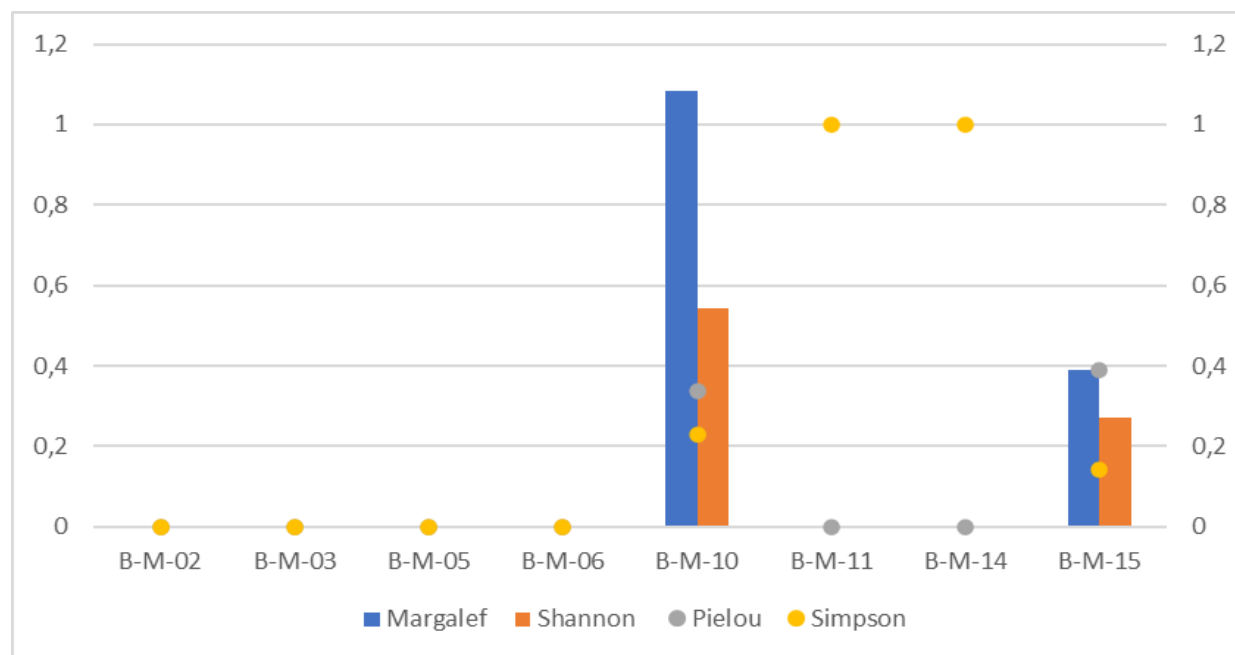
Los atributos ecológicos de la comunidad de peces y de macroinvertebrados reflejado en los índices de biodiversidad, se incluyen en la Tabla 119, en esta misma se evidencia que dada la baja riqueza en algunas estaciones los índices no se calcularon (NA), y en otros casos el resultado fue de 0.

Tabla 119 Índices de diversidad para la comunidad nectonica del área de monitoreo.

Estación	Margalef	Shannon	Pielou	Abundancia	Riqueza	Simpson
B-M-02	0	0	NA	3	1	0
B-M-03	0	0	NA	2	1	0
B-M-05	0	0	NA	3	1	0
B-M-06	0	0	NA	3	1	0
B-M-10	1.08	0.54	0.34	40	5	0.23
B-M-15	0.39	0.27	0.39	13	2	0.14

Fuente: ERM, 2023

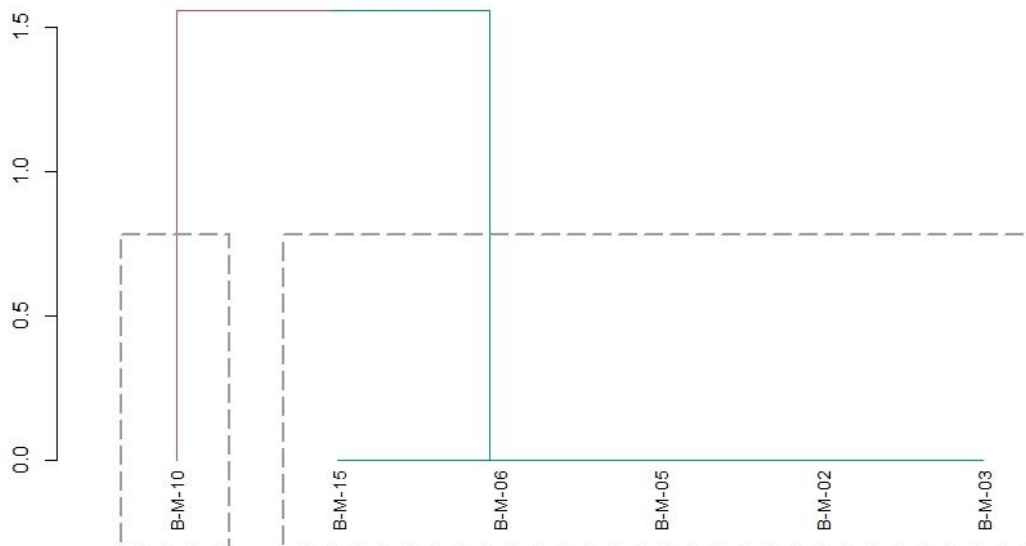
En la Figura 175 se incluye de manera gráfica los resultados obtenidos para los índices de diversidad. El índice de Margalef (DMg) en general estuvo entre 0 y 1.08. El índice de diversidad Shannon (H') presentó valores entre 0 y 0.54 Bits/Ind, donde valores inferiores a 2 se consideran de baja diversidad. El índice de Equidad de Pielou (J) estuvo entre 0 y 0.39, lo cual indica una ausencia de uniformidad. El índice de Simpson (D) fue registrado con valores entre 0 y 0.23, lo cual caracteriza sitios con baja diversidad.



Fuente: ERM, 2023

Figura 175 Índice de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef, Pielou y Simpson para la comunidad nectónica en las zonas blanco.

En la Figura 176 se presentan los resultados obtenidos del análisis de similitud de Bray Curtis a través de un análisis cluster, en el cual se ve la similitud entre estaciones acorde a la abundancia de especies encontradas. Se ve diferenciada la estación BM-10 de las demás estaciones de muestreo, lo cual se debe a la cantidad de individuos de *Cancer porteri* "jaiva" capturados en la mencionada estación.



Fuente: ERM, 2023

Figura 176 Dendrograma Bray-Curtis correspondiente al grupo de estaciones de las zonas blanco.

7.2.3.6 Especies en estado de amenaza

En cuanto a la categorización de amenaza de las especies capturadas en el monitoreo, y con base en los registros nacionales y la categorización otorgada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se registran las siguientes especies:

***Epinephelus acanthistius* – Vulnerable (VU).** Según el Instituto del Mar del Perú, en los últimos años ha habido un aumento en la captura, principalmente por la flota artesanal. A pesar de que la especie no se encuentra en peligro de extinción, se han establecido regulaciones para su extracción, como una talla mínima de captura de 60 cm y una temporada de veda desde el 15 de mayo hasta el 31 de julio de cada año. En el reporte de la UICN, esta especie es objeto de captura en todo el Golfo de California y en el centro de México (Espino-Barr *et al.*, 2004; Aburto-Oropeza *et al.*, 2008; Ainsworth, 2011; Moreno-Báez *et al.*, 2012). También se explota intensamente en la costa del Pacífico de Colombia (Chasqui Velasco *et al.*, 2017).

***Mustelus whitneyi* - En Peligro Crítico (EN).** Si bien en el Perú, la tercera parte de las especies comerciales de tiburón se encuentran amenazadas, en el 2014, se aprobó un Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenamiento de tiburones, rayas y especies afines (PAN – Tiburón Perú), en donde unas pocas especies se encuentran protegidas como el “tollo” (*Mustelus whitneyi*). En Perú, es la cuarta especie más capturada entre los tiburones, y la especie demersal-costera más capturada de manera artesanal (González y Vélez, 2014). La caleta San José en la región de Lambayeque, es un pueblo de pescadores donde la actividad principal es la extracción del tiburón. La explotación comercial es intensa en toda su área de distribución (Dulvy *et al.*, 2020).

7.2.3.7 Análisis pesquero

La pesca es una actividad económica de gran importancia para el Perú; el país cuenta con una extensa costa que se extiende por más de 3,000 kilómetros y una amplia variedad de especies marinas de gran valor comercial. El sector pesquero del Perú es uno de los más importantes de América Latina, y en términos de exportación, representa el tercer producto de exportación no tradicional, después del café y los textiles (Cerna y Dyer, 2019). En el 2020, las exportaciones de productos pesqueros alcanzaron un valor de 2,401 millones de dólares, lo que representa un incremento del 12% respecto al año anterior (Ministerio de la Producción, 2021).

Las principales especies de importancia comercial en la pesquería peruana incluyen la anchoveta (*Engraulis ringens*), la pota (*Dosidicus gigas*), el jurel (*Trachurus murphyi*), el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), la caballa (*Scomber japonicus*) y la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) (Valdivia & Bardales, 2019). Estas especies son capturadas tanto por la flota industrial como por la pesca artesanal, que es una actividad muy importante en el país (Espinoza y Palma, 2018).

Para garantizar la sostenibilidad de las pesquerías peruanas, el gobierno ha implementado una serie de políticas y programas de manejo y conservación. Uno de los principales programas es el Plan Nacional de Acción en Pesca y Acuicultura, que establece las políticas y estrategias para el manejo y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas del país (Ministerio del Ambiente, 2021). Además, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) es la institución encargada de la investigación científica y el monitoreo de los recursos marinos del país (Instituto del Mar del Perú, 2021).

A pesar de los esfuerzos del gobierno peruano para garantizar la sostenibilidad de las pesquerías, la industria pesquera del país aún enfrenta numerosos desafíos, uno de los principales es la sobrepesca y la falta de control en la pesca ilegal, la cual puede tener un impacto negativo en la población de especies marinas y en la economía del país (Cerna & Dyer, 2019). Además, la industria pesquera también se enfrenta a desafíos relacionados con el cambio climático, como la disminución de la disponibilidad de alimentos para los peces y la alteración de los ecosistemas marinos (Espinoza y Palma, 2018). El cambio climático también puede afectar la distribución de las especies marinas, lo que puede tener un impacto en la pesca y en la economía del país (Espinoza & Palma, 2018).

Otro desafío importante es la falta de regulación y control en la pesca artesanal, que puede afectar la sostenibilidad de los recursos pesqueros. La pesca artesanal es una actividad muy importante en el Perú, ya que representa el 95% de la flota pesquera del país y genera empleo e ingresos para miles de familias (Ministerio de la Producción, 2021). Sin embargo, la falta de regulación puede llevar a la sobreexplotación de los recursos pesqueros y a la pérdida de biodiversidad marina (Cerna y Dyer, 2019).

Finalmente, otro desafío importante es la necesidad de mejorar la infraestructura y la tecnología utilizada en la pesca, especialmente en la flota artesanal. La falta de acceso a tecnología y equipos modernos puede limitar la capacidad de los pescadores para capturar y procesar los productos pesqueros de manera eficiente, lo que puede afectar su rentabilidad y la calidad de los productos (Valdivia y Bardales, 2019).

Principales especies de importancia comercial en Perú

El Perú es un país con una gran diversidad de especies marinas, lo que lo convierte en uno de los principales productores de pescado en el mundo. Entre las principales especies de importancia comercial se encuentran:

- **Anchoveta (*Engraulis ringens*):** es la especie más importante en términos de volumen de captura, representando más del 60% del total. La anchoveta se utiliza principalmente para la producción de harina y aceite de pescado, que son exportados a otros países. La pesca de anchoveta se realiza durante todo el año y se concentra principalmente en la costa norte y centro del Perú.

- Jurel (*Trachurus murphyi*): es una de las especies más importantes para el consumo humano y representa alrededor del 10% de las capturas totales. El jurel se pesca principalmente en la costa norte del Perú y es exportado a otros países.
- Bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*): es una especie de gran importancia comercial, epipelágica, nerítica asociada a aguas de la corriente de Humboldt, cuya captura es realizada tanto de manera industrial como artesanal utilizándose cerco CHD y cortina costera, siendo los principales lugares de desembarque, Puerto Rico, San José, Huacho, Callao, San Andrés y Matarani. Se comercializa en fresco, congelado o para subproductos.
- Caballa (*Scomber japonicus*): es una especie que se pesca principalmente en la costa norte del Perú y representa alrededor del 6% de las capturas totales. La caballa es utilizada tanto para el consumo humano como para la producción de harina y aceite de pescado.
- Pota (*Dosidicus gigas*): también conocida como calamar gigante, es una especie que se pesca principalmente en aguas profundas del océano Pacífico y representa alrededor del 5% de las capturas totales. La pota se utiliza principalmente para la exportación.
- Merluza (*Merluccius gayi peruanus*): es una especie que se pesca principalmente en la costa sur del Perú y representa alrededor del 3% de las capturas totales. La merluza es utilizada tanto para el consumo humano como para la exportación.

De las especies anteriormente mencionadas, en el presente monitoreo, se colectaron ejemplares de anchoveta (*Engraulis ringens*), jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus*).

Principales artes de pesca

Existen diferentes técnicas y artes de pesca utilizadas en el Perú, que varían según la especie objetivo y la zona de pesca. Según Mendo *et al.* (2018), las siguientes son las principales artes de pesca utilizadas en el Perú:

- La pesca de cerco es una técnica comúnmente utilizada en la pesca de anchoveta en el Perú. Consiste en cercar un cardumen con una red circular y luego levantar la red para capturar los peces.
- Por otro lado, la pesca de arrastre se utiliza para la captura de diferentes especies, como la pota, el jurel y la merluza. Esta técnica consiste en arrastrar una red por el fondo del mar o por la superficie del agua para capturar los peces (Schwartzkopf y Branch, 2014).
- Asimismo, la pesca con línea de mano es una técnica utilizada para la captura de peces de mayor tamaño, como el bonito. Consiste en utilizar una línea de pesca con un anzuelo y cebo para capturar el pez (Mendo *et al.*, 2018).
- Por otro lado, la pesca de trasmallo se utiliza para la captura de diferentes especies, como la caballa y el jurel. Esta técnica consiste en utilizar una red con dos paneles verticales y un panel horizontal para capturar los peces (Schwartzkopf y Branch, 2014).
- Además de estas técnicas de pesca, también se utilizan artes de pesca como los chinchorros, las nasas y los espineles.

El uso de estas técnicas y artes de pesca está regulado por el Ministerio de pesquería en la ley General de Pesca - Decreto Ley N° 25977.

Análisis de pesquerías para las especies colectadas

▪ **Anisotremus scapularis**

También conocido como "chita", es una especie de pez que habita en las aguas costeras del Pacífico suroriental. Esta especie tiene importancia comercial y es capturada con redes de arrastre, palangres y línea de mano, de acuerdo al informe del IMARPE (2021).

▪ **Cheilodactylus variegatus**

La "pintadilla", es una especie de pez demersal que habita en la costa del Pacífico sudamericano. Esta especie es de gran importancia comercial para la pesca artesanal y es capturada con redes de arrastre, palangre y línea de mano en las costas del norte, centro y sur del Perú.

La captura de *C. variegatus* ha tenido fluctuaciones en las últimas décadas, pero en general se ha mantenido estable. Según el informe del IMARPE (2021), la captura de esta especie en la costa del Perú fue de aproximadamente 1,113 toneladas en 2020, lo que representa un aumento del 3.3% con respecto a 2019. Además, esta especie es objeto de medidas de gestión, tales como la talla mínima de captura y la regulación de los periodos de veda para asegurar la sostenibilidad de la pesquería.

▪ **Azurina intercrusma**

También conocida como "castañuela", es una especie de la familia Pomacentridae que habita en las costas del Pacífico sudamericano. Esta especie es de poca importancia comercial para la pesca artesanal y es capturada incidentalmente con redes de arrastre, palangre y línea de mano en las costas del norte, centro y sur del Perú.

Aunque no hay datos precisos sobre la cantidad de *A. intercrusma* capturados cada año, se estima que la pesca de esta especie tiene un impacto limitado en las poblaciones. Sin embargo, la falta de información detallada sobre la biología y la ecología de esta especie dificulta la evaluación precisa de su estado poblacional y la implementación de medidas de gestión adecuadas. Esta reducción en la captura podría deberse a una mayor presión pesquera y a una posible disminución de la población debido a factores ambientales.

▪ **Galeichthys peruvianus**

Es una especie de bagre que se encuentra en la costa peruana. Esta especie es bento pelágica, la cual, normalmente no es objeto de la pesquería intensiva y suele ser capturada incidentalmente. Según datos del IMARPE (2020), en los últimos años, la captura de esta especie ha disminuido, lo que ha generado preocupación en la industria pesquera. Se han implementado medidas de gestión para la conservación de esta especie, incluyendo la limitación de la cantidad de captura permitida y la protección de las áreas de reproducción.

▪ **Engraulis ringens**

También conocida como "anchoveta", es una especie pelágica que se encuentra en la costa del Pacífico sudamericano, desde Ecuador hasta Chile. Es la especie más importante en la pesca peruana debido a su gran biomasa y valor comercial. La anchoveta es capturada principalmente con redes de cerco y se utiliza para la producción de harina y aceite de pescado, que son utilizados como alimentos para la acuicultura y la alimentación de animales. Según el informe de pesca del IMARPE (2020), la captura de anchoveta ha sido estable en los últimos años, pero aún se están implementando medidas de gestión para asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

▪ **Strongylura sp.**

También conocido como "aguja", es una especie de pez pelágico que habita en las aguas costeras del Pacífico suroriental. Esta especie tiene una importancia comercial y es capturada con redes de cerco y

línea de mano. Según el informe del IMARPE (2021), la captura de *Strongylura* sp. en la región de Ica fue de 8 toneladas en el año 2019.

- **Sciaena deliciosa**

También conocida como "lorna", es una especie de pez que habita en las aguas costeras del Pacífico suroriental. Esta especie tiene una importancia comercial y es capturada con redes de arrastre y línea de mano. Según el informe del IMARPE (2021), la captura de *S. deliciosa* en la región de Pisco fue de 175 toneladas en el año 2019.

- **Normanichthys crockeri**

También conocido como "camotillo", es una especie de pez que habita en las aguas costeras del Pacífico suroriental. Esta especie tiene una importancia comercial y es capturada con redes de arrastre, palangres y línea de mano. Según el informe del IMARPE (2021), la captura de *N. crockeri* en la región de Pisco fue de 10 toneladas en el año 2019.

- **Menticirrhus sp.**

El género *Menticirrhus* incluye a varias especies de peces en la región de América Latina, incluyendo Perú. En el país, dos especies de *Menticirrhus* son de importancia comercial: *M. panamensis* y *M. undulatus*. Ambas se encuentran en la costa del Pacífico de Sudamérica, desde Panamá hasta Chile, y se distribuyen en la zona intermareal y la zona submareal hasta profundidades de aproximadamente 60 m.

El "bobo" *M. undulatus* es una de las especies más capturadas por la pesquería artesanal de la región de Tumbes en el norte del Perú. Según un informe del Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2016), la captura de *M. undulatus* en esta región, representó alrededor del 30% de la captura total de la pesquería artesanal en la zona.

Sin embargo, en los últimos años se ha observado una disminución en la abundancia de esta especie, lo que ha llevado al establecimiento de medidas de conservación y manejo para su recuperación. En 2019, el Ministerio de la Producción del Perú (PRODUCE) emitió una resolución que establece una veda temporal de la pesca de *Menticirrhus* spp. en la región de Tumbes durante el periodo de agosto a octubre, con el objetivo de proteger la reproducción y el reclutamiento de la especie.

- **Myliobatis sp.**

También conocido como "raya águila", es una especie de pez que habita en las aguas costeras del Pacífico suroriental. Esta especie tiene una importancia comercial y es capturada con redes de arrastre y palangres. Según el informe del IMARPE (2021), la captura de *Myliobatis* sp. en la región de Pisco fue de 53 toneladas en el año 2019.

- **Mustelus whitneyi**

También conocido como "tollo", es una especie de pez que habita en las aguas costeras del Pacífico suroriental. Históricamente, en Perú, los desembarques de tolo (una categoría de producto agregada) fueron elevados durante un período de 24 años entre 1966 y 1989, con un promedio de 11,276 t al año y alcanzando un máximo de 25,000 t en 1984 (FAO, 2006). Durante el periodo 1990-2004, se produjo un descenso sustancial de los desembarques hasta una media de 4,806 t, lo que equivale a una reducción del 91,6% en tres generaciones. Los datos de desembarques más recientes de Perú muestran una reducción a la mitad de las capturas declaradas en la categoría agregada en 15 años (1,5 generaciones). Específicamente, hubo una disminución continua de los desembarques de aproximadamente 200 t a aproximadamente 100 t durante el periodo reciente 1997-2012 (González-Pestana *et al.*, 2016). Esta especie tiene una importancia comercial y es capturada con redes de arrastre y palangres. Según el informe del IMARPE (2021), la captura de *M. whitneyi* en la región de Pisco fue de 226 toneladas en el año 2019.

▪ **Mugil cephalus**

Conocido también como "lisa", es una especie de pez de gran importancia comercial en diversas partes del mundo, incluyendo Perú. Es una especie costera que se encuentra en aguas someras del océano Atlántico, el Mediterráneo y el Indo-Pacífico. En Perú, esta especie se encuentra tanto en la costa norte como en la costa sur y central, y es capturada principalmente con redes de arrastre de fondo y con artes de cerco.

En la costa norte del Perú, *M. cephalus* es una de las especies más importantes en términos de volumen de captura y valor económico en la pesquería artesanal. Según un estudio de Castro y colaboradores (2014), esta especie representa el 22% de la captura total de la pesquería artesanal en la bahía de Sechura. Asimismo, es una especie muy valorada en la pesca deportiva en la costa del Pacífico de Sudamérica (González-Acuña y colaboradores, 2020).

▪ **Epinephelus acanthistius**

También conocido como "mero del norte" o "garropa", es una especie de interés comercial en el Perú. Es una especie de mero de gran tamaño, que puede alcanzar hasta los 130 cm de longitud y un peso de 40 kg. Se distribuye en las costas del Pacífico Sur, desde el sur de Perú hasta la isla de Pascua en Chile, y prefiere aguas frías y profundas.

En cuanto a su pesca, la especie es principalmente capturada con redes de enmalle y líneas de mano. Según el Instituto del Mar del Perú, en los últimos años ha habido un aumento en la captura de esta especie, principalmente por la flota artesanal. A pesar de que la especie no se encuentra en peligro de extinción, se han establecido regulaciones para su pesca, como una talla mínima de captura de 60 cm y una temporada de veda desde el 15 de mayo hasta el 31 de julio de cada año.

▪ **Isacia conceptionis**

También conocido como "cabinza", es una especie de pez demersal que se encuentra en las costas del Pacífico suroriental, desde Perú hasta Chile. Es una especie de interés comercial para la pesca artesanal debido a su sabor y su abundancia. El pejesapo es capturado principalmente con redes de enmalle y palangres.

En el Perú, esta especie ha sido evaluada por el Instituto del Mar del Perú como una de las más explotadas por la pesca artesanal, y en algunas zonas sufre una sobrepesca significativa. Por esta razón, se han establecido medidas de conservación como una talla mínima de captura de 20 cm y una temporada de veda de 60 días al año. Además, se ha recomendado la implementación de medidas de ordenamiento pesquero para garantizar la sostenibilidad de la pesca de esta especie.

▪ **Scartichthys gigas**

También conocido como "borracho", Es una especie de clima templado que habita entre 0-40 m de profundidad cerca de la costa en fondos rocosos de preferencia con abundantes algas. En Perú y Chile es uno de los peces más abundantes en el litoral y habitualmente se le encuentra en grietas de rocas cohabitando con crustáceos pequeños.

▪ **Scomber japonicus**

También conocido como "caballa", es una especie de pez pelágico de la familia Scombridae que se encuentra en el Océano Pacífico, incluyendo la costa de Perú. Es una de las especies más importantes para la pesca comercial en Perú y es capturada principalmente con redes de cerco. Según el IMARPE, la captura total de *S. japonicus* en Perú fue de 102,6 mil toneladas métricas en 2020. Esta especie es valorada por su alto contenido de omega-3 y se exporta a países como España, Italia y Japón.

▪ **Stromateus stellatus**

También conocido como "chilindrina", es una especie de pez óseo marino que se encuentra en el Pacífico oriental, desde California hasta Perú. En Perú, se captura principalmente con redes de arrastre de fondo y es una especie de importancia comercial. Según el IMARPE, la captura total de *S. stellatus* en Perú fue de 1,9 mil toneladas métricas en 2020. Esta especie es valorada por su carne blanca y se comercializa tanto en el mercado local como en el internacional.

▪ ***Trachurus murphyi***

También conocido como "jurel", es una especie de pez pelágico de la familia Carangidae que se encuentra en la costa del Pacífico desde Perú hasta Chile. En Perú, es una especie importante para la pesca comercial y se captura principalmente con redes de cerco. Según el IMARPE, la captura total de *T. murphyi* en Perú fue de 67,4 mil toneladas métricas en 2020. Esta especie es valorada por su carne y se comercializa en los mercados locales y regionales.

Captura por unidad de esfuerzo del monitoreo (CPUE)

Como se menciona anteriormente el monitoreo de Necton se resume en 46 estaciones de las cuales 36 fueron efectivas. Aunque para el análisis se ha dividido el componente entre peces y macroinvertebrados, para el esfuerzo de monitoreo se evaluará por zonas de monitoreo, método de pesca, biomasa y abundancia total. Las zonas con mayor biomasa aportada a la captura total fueron las estaciones del área de Islotes Grupo de Pescadores (17.13 Kg) y el área de monitoreo (11.03 Kg), a su vez, las estaciones de las zonas blanco fueron las que menos productividad observaron en la captura. A continuación, se muestran los detalles del esfuerzo de pesca en la Tabla 120.

Tabla 120 Esfuerzo de monitoreo del necton vs biomasa

Zona de monitoreo	Método empleado	Esfuerzo de monitoreo (Horas)	Biomasa obtenida (gramos)	Riqueza (No. de especies)	Abundancia total (No. de individuos)
Zonas blanco	Enmalle de superficie	112:53	240.56	1	3
	Enmalle de fondo	98:09	143.57	2	2
	Espinel de superficie	43:59	SC	SC	SC
	Espinel de fondo	33:39	SC	SC	SC
	Nasa	35:58	2,068.98	8	59
	Pinta	00:58	SC	SC	SC
Zona Reservada de Ancón	Enmalle de superficie	73:02	2,995.2	9	72
	Enmalle de fondo	45:41	5,157.1	4	59
	Espinel de superficie	26:59	SC	SC	SC
	Espinel de fondo	24:45	SC	SC	SC
	Nasa	33:40	SC	SC	SC
	Enmalle de superficie	127:52	4,179.5	6	18

Zona de monitoreo	Método empleado	Esfuerzo de monitoreo (Horas)	Biomasa obtenida (gramos)	Riqueza (No. de especies)	Abundancia total (No. de individuos)
RNSIIPG – Grupo Pescadores	Enmalle de fondo	157:22	6,611.3	12	96
	Espinel de superficie	40:32	SC	SC	SC
	Espinel de fondo	59:59	SC	SC	SC
	Nasa	73:19	1,427.5	7	47
	Pinta	01:30	4,911.8	4	66
Área de monitoreo	Enmalle de superficie	213:20	278.2	7	11
	Enmalle de fondo	186:22	10,211.6	16	80
	Espinel de superficie	60:25	SC	SC	SC
	Espinel de fondo	62:20	SC	SC	SC
	Nasa	75:18	354.7	4	27
	Pinta	03:14	192.8	1	2

Nota: (SC) Sin captura.

Fuente: ERM 2022

El tiempo total dedicado al monitoreo del necton con los métodos empleados, es de 1,591 horas con 16 minutos, equivalente a 66 días con 18 horas y 10 minutos. Se capturaron un total de 542 ejemplares pertenecientes a 29 especies y se estima un total de 38.77 kilogramos de biomasa capturada del necton. Las estaciones pertenecientes a los Islotes Grupo de Pescadores presentaron 15 de las 29 especies colectadas, así como una biomasa 13.94 Kg la cual representa el 36% del total.

Por método, los tiempos totales invertidos, biomasa capturada, riqueza de especies y abundancia se muestran en la Tabla 121 a continuación.

Tabla 121 Productividad de los métodos utilizados para el monitoreo

Método	Tiempo total (Hh:mm:ss)	Biomasa capturada (gramos)	Riqueza (No. de especies)	Abundancia (No. de individuos)
Enmalle de superficie	527:07:00	7,693.46	8	104
Enmalle de fondo	487:34:00	22,123.57	20	237
Espinel de superficie	169:41:00	SC	0	0
Espinel de fondo	180:43:00	SC	0	0
Nasa	218:15:00	3,851.18	10	133
Pinta	05:42:00	5,104.60	2	68

Nota: (SC) Sin captura

Fuente: ERM 2022

Como se puede observar en la Tabla 121 el método que resultó con mayor eficiencia en la captura de biomasa, diversidad y abundancia fue la red de enmalle colocada en fondo, la cual aportó cerca del 20% de la biomasa total capturada, además de capturar la mayor diversidad y abundancia de las especies colectadas.

Análisis biométrico de las especies colectadas

A continuación, se muestra la tabla general de los parámetros obtenidos en campo de los ejemplares de ictiofauna colectados. Para el caso del contenido estomacal, el estado gonadal y el estado de madurez se muestra la moda.

En la Tabla 122 se observa que la especie dominante en las capturas fue *Sciaena deliciosa* con 22.11% del volumen total de biomasa y 91 ejemplares, seguido de *Menticirrhus sp.* con 15.34% de la biomasa y 41 ejemplares colectados, *Scartichthys gigas* representa el 14.47% de la biomasa y se reportan 73 ejemplares colectados, por último, *Engraulis ringens*, el cual, aunque se reportan 66 ejemplares colectados, solo representa 2.01% de la biomasa total. Con relación al contenido estomacal, la mayoría de los individuos contenían restos de *crustáceos*, decápodos, mucus, anchoveta, peces en descomposición, poliquetos, larvas de bivalvos y microplásticos.

En el caso de los invertebrados marinos, en la Tabla 123, se puede observar que la especie más abundante en el monitoreo es *Allopetrolisthes punctatus* con 40 individuos, con respecto a la biomasa, las especies con mayor aporte de biomasa es el caracol *Nassarius sp.* con un 21.3% de la biomasa total y el cangrejo *Allopetrolisthes punctatus* con un 17.21% de la captura. Los factores de condición más altos coinciden con el cangrejo *Allopetrolisthes punctatus* y el erizo de mar *Arbacia spatuligera*.

Tabla 122 Análisis biométrico de la ictiofauna colectada.

Especie	No. de ejemplares colectados	Porcentaje hembras y machos	Talla (cm)			Peso (g)			Biomasa relativa en la colecta (%)	Contenido estomacal (Moda)	Peso eviscerado (g)			Peso de la gónada (g)			Etapa de Madurez* (Moda)	Factor de condición		
			Max	Min	Media	Max	Min	Media			Max	Min	Media	Max	Min	Media		Max	Min	Media
<i>Anisotremus scapularis</i>	1	NE	NE	NE	NE	594	594	594	1.76	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	11	36.36% ♀ - 63.63% ♂	28.5	17	22.86	306.6	56.3	182.27	5.95	<i>Petrolisthes desmarestii</i>	271	53.6	168.69	3	0.6	1.23	1	1.49	0.13	1.20
<i>Azurina intercrusma</i>	42	50% ♀ - 50% ♂	17	3.5	14.63	93	4.3	54.81	6.83	Restos de decápodos	86	3.6	52.34	1.6	0.1	0.73	2	13.29	1.06	1.91
<i>Engraulis ringens</i>	66	55% ♀ - 45% ♂	13.5	5.6	9.84	15	5	10.31	2.01	Mucus	12.9	4.3	9.25	0.53	0.05	2	1	4.21	0.43	1.09
<i>Epinephelus acanthistius</i>	4	75% ♀ - 25% ♂	22	20	21.37	210	160	189.25	2.24	<i>Engraulis ringens</i>	195	145	173	6	0.7	3.37	1	1.83	1.61	1.76
<i>Galeichthys peruvianus</i>	3	100% ♀	27.5	25.5	26.83	425	175.5	298.5	2.65	Restos de pez	237	144	189.66	80.1	1.2	42.8	4	1.13	0.86	0.97
<i>Isacia conceptionis</i>	1	100% ♀	20.5	20.5	20.5	126.4	126.4	126.4	0.37	Vacio	110.5	110.5	110.5	10.5	10.5	10.5	3	1.28	1.28	1.28
<i>Menticirrhus sp.</i>	41	29.26% ♀ - 70.73% ♂	25.5	13.5	18.84	185	75	126.06	15.34	Restos de decápodos	160	66	123.18	8	0	3.82	3	5.08	0.63	2.01
<i>Menticirrhus undulatus</i>	23	30.43% ♀ - 69.56% ♂	21	16.5	18.89	175	70	127.13	8.68	Poliquetos	174.8	83.5	127.81	8.1	0.4	3.73	3	2.01	1.78	1.87
<i>Mugil cephalus</i>	1	100% ♂	36	36	36	344	344	344	1.02	Restos de pez	287	287	287	31	31	31	4	0.61	0.61	0.61
<i>Mustelus whitneyi</i>	1	100% ♀	34.5	34.5	34.5	454	454	454	1.34	<i>Engraulis ringens</i>	387	387	387	1.5	1.5	1.5	1	0.94	0.94	0.94
<i>Myliobatis sp</i>	1	100% ♂	22	22	22	400	400	400	1.18	Vacio	210	210	210	5	5	5	4	1.97	1.97	1.97
<i>Normanichthys crockeri</i>	21	66.6% ♀ - 33.3% ♂	7.75	6	6.92	5.9	2.9	4.05	0.25	Restos de decápodos	5.6	2.3	3.3	0.3	0.05	0.15	4	1.20	0.83	0.98
<i>Scartichthys gigas</i>	73	63.01% ♀ - 36.98% ♂	21	5.5	15.65	120.9	2.2	66.78	14.47	Larvas de bivalvos	107.6	2	55.99	1.1	0.1	0.46	0	3.58	0.80	1.36
<i>Sciaena deliciosa</i>	91	63.73% ♀ - 36.26% ♂	22	11.5	18.63	125.4	14.4	81.85	22.11	Equinodermos, crustáceos y peces	114.5	34.7	73.2	7.3	0.06	2.53	2	3.06	0.76	1.17
<i>Scomber japonicus</i>	9	66.6% ♀ - 33.3% ♂	32.5	23.5	30.44	424	129.9	339.43	9.06	Vacio	376	119	304.88	14	0.1	9.45	3	1.11	0.91	1.04
<i>Stromateus stellatus</i>	5	20% ♀ - 80% ♂	27.5	17	22.12	214	116	169.01	2.50	Digerido, microplásticos	186	97	143.88	12	4.38	8.89	5	2.57	0.85	1.47
<i>Strongylura sp.</i>	1	100% ♀	65	65	65	400	400	400	1.18	Restos de decápodos y peces	332	332	332	50	50	50	3	0.12	0.12	0.12
<i>Trachurus murphyi</i>	1	100% ♂	33.5	33.5	33.5	324	324	324	0.96	Digerido	300.9	300.9	300.9	0.8	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.8

Notas: (*) 1=1 = Virgen; 2= Maduro; 3= En desove (hembras) Evacuar (macho); 4= Ya desovo o evacuó; 5= Recuperado. NE= Dato No Especificado

Fuente: ERM, 2023

Tabla 123 Análisis biométrico de macroinvertebrados colectados.

Especie	Número de ejemplares colectados	Porcentaje hembras y machos	Talla (cm)			Peso (g)			Biomasa relativa en la colecta (%)	Contenido estomacal (Moda)	Peso eviscerado (g)			Peso de la gónada (g)			Etapa de Madurez* (Moda)	Factor de condición		
			Max	Min	Media	Max	Min	Media			Max	Min	Media	Max	Min	Media		Max	Min	Media
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	40	72.5% ♀ - 27.5% ♂	9.2	2.7	5.41	6	36.5	22.09	17.21	NE	115.7	5	21.29	NE	NE	NE	2	587.81	1.18	48.95
<i>Arbacia spatuligera</i>	4	100% ♀	6.9	4.8	6.45	92	44	78.5	6.11	NE	64	29	53	NE	NE	NE	NE	26.22	16.74	19.89
<i>Cancer pagurus</i>	2	100% ♂	21.5	14.2	17.85	245	218.4	231.7	9.02	NE	221	74	147.5	NE	NE	NE	NE	2.58	2.22	2.40
<i>Cancer porteri</i>	37	51.36% ♀ - 48.64% ♂	8.3	1.5	3.31	58	0.5	6.52	4.70	NE	30	20	25	NE	NE	NE	1	7.99	5.24	6.62
<i>Emerita analoga</i>	2	50% ♀ - 50% ♂	5.5	1.5	3.5	20	7	13.5	0.40	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Hepatus chilensis</i>	16	50% ♀ - 43.75% ♂	62.5	4.8	10.30	89	11.3	47.18	14.70	NE	58	4.2	28.43	NE	NE	NE	NE	9.97	0.30	5.37
<i>Hepatus sp.</i>	19	36.85% ♀ - 63.15% ♂	51	1.6	9.11	61.2	3.5	37.32	13.80	Vacío	56.5	29.3	41.50	5.2	2.4	3.34	1	3.76	0.90	2.35
<i>Nassarius sp.</i>	2	100% ♂	25.4	18.6	22	557	537	547	21.30	Digerido	412	405	408.5	81	75	78	1,2	6.40	2.47	4.43
<i>Pleuroncodes monodon</i>	6	NE	9.2	4.1	6.55	86	0.09	32.55	3.80	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<i>Tetrapygyus niger</i>	20	60% ♀ - 40% ♂	5.94	2.3	4.31	54	7	22.6	8.80	NE	39	5	19.12	NE	NE	NE	NE	41.09	13.56	23.98

Fuente: ERM, 2023

Notas: (*) 1=1 = Virgen; 2= Maduro; 3= En desove (hembras) Evacuar (macho); 4= Ya desovo o evacuó; 5= Recuperado. NE= Dato No Especificado

Análisis con información secundaria de los desembarques en el litoral peruano

Para tener una visión más puntual de la variabilidad de los recursos en términos de desembarques a lo largo del litoral peruano, en los diferentes puertos de embarque y desembarque, al igual que un conocimiento de los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, se revisaron los resultados de los reportes publicados por el Instituto del Mar del Perú - IMARPE. Para el análisis se tomaron datos de los últimos 3 años (2020, 2021 y 2022) y de cada uno se utilizaron los datos de la tercera semana correspondiente a los tres últimos meses de octubre, noviembre y diciembre; estos meses fueron escogidos como punto de referencia y comparación teniendo en cuenta que corresponde a los meses durante los cuales se desarrolló el presente monitoreo.

En la Tabla 124 se incluyen los resultados de los reportes de ocurrencias de la actividad pesquera artesanal en el litoral peruano.

De este ejercicio, se evidenció que, durante los últimos tres años con relación a los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, se han mantenido en 5 especies claves que son *Argopecten purpuratus* "concha de abanico", *Dosidicus gigas* "pota", *Sarda chiliensis chiliensis* "bonito", *Coryphaena hippurus* "perico" y *Engraulis ringens* "anchoveta". También se resalta la contribución de otras dos especies en el análisis con mayor estacionalidad que son *Lessonia trabeculata* "aracanto" y *Trachurus murphyi* "jurel". También es posible notar que el grupo de peces es el que siempre presenta los mayores volúmenes de desembarque, seguido de los invertebrados; ovas de peces voladores y algas (0,1%).

En cuanto a los lugares con mayores desembarques en los últimos tres años, se encuentra, Paita, la Puntilla y las Delicias, las cuales encabezan la lista, sin embargo, hay variabilidad en los datos de los últimos tres años. Analizando los valores reportados en relación a las toneladas de desembarque a nivel nacional, se evidencia que de los tres años, el 2020 fue el que tuvo los mayores valores de desembarque procedente de la pesca artesanal (14,206.9 t - oct; 9,136 t - nov; 12,609.9 t - dic) seguido por el 2022 (9,627.3 t - oct; 8,105.7 t - nov; 16,258.9 t - dic) y por último el 2021 (3,085.7 t - oct; 3,085.7 t - nov; 5,817.6 t - dic), estos datos dan evidencia que durante el 2022 la actividad presentó un incremento positivo y por ende hubo disponibilidad de los recursos hidrobiológicos más relevantes; con relación al monitoreo de estas especies, la que más captura reportó fue *Engraulis ringens* "anchoveta", lo que deja prever que a pesar de la baja riqueza y diversidad, la comunidad nectónica de los sitios muestreados, producto de los diferentes estresores ambientales de origen natural (La Niña, "medusificación", zonas hipóxicas, entre otros), aún conserva condiciones estables para el desarrollo de las diferentes especies de la cadena trófica.

Tabla 124 Reporte de ocurrencias de la actividad pesquera artesanal en el litoral peruano (IMARPE, 2020, 2021, 2022).

MES AÑO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2022	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal acumuló un total de 9,627.3 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, mostrando una disminución de (8.1%) con relación a la semana anterior. El grupo de peces presentó los mayores volúmenes de desembarque (62%), seguido de los invertebrados (31.4%); además de, algas (6.4%) y ovas de peces voladores (0.2 %). Los lugares de mayor desembarque fueron: Matarani (15.5%), Ilo (14.1%), Morro Sama (12.7%), Paita (10.8%) y La Puntilla (9.5%), que en conjunto representaron el 62.6% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron: <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> "bonito", <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Lessonia trabeculata</i> "aracanto" y <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico".</p>	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal acumuló un total de 8,105.7 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, mostrando un incremento de (17.1%). El grupo de invertebrados presentó los mayores volúmenes de desembarque (59.6%), seguido de los peces (33.9%) y algas (6.5%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Paita (19.1%), Las Delicias (15.4%), La Puntilla (14.8%), Parachique (9.8%), San Juan de Marcona (6.5%) y Pucusana (5.7%) que en conjunto representaron el 71.3% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron: <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta", <i>Lessonia trabeculata</i> "aracanto" y <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico".</p>	<p>"El desembarque procedente de la pesca artesanal, acumuló un total de 16,258.9 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, mostrando un incremento de (30.8%). El grupo de peces presentó los mayores volúmenes de desembarque (53.2%), seguido de los invertebrados (44.6%); además de las ovas de peces voladores (2.1%) y algas (0.1%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Paita (30.7%), La Puntilla (20%), Las Delicias (10,6%) y San Andrés (10%), que en conjunto representaron el 71.3% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron: <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta", <i>Trachurus murphyi</i> "jurel" y <i>Coryphaena hippurus</i> "perico".</p>
2021	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal acumuló un total de 3,085.7 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, mostró una disminución de 23.4%. El grupo de peces presentó los mayores volúmenes de desembarque (54%), seguido de invertebrados (45.2%), algas (0.4%) y otros recursos (ovas de pez volador) (0.4%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Parachique (24.5%), Paita (11%), San Andrés (6.6%), Las Delicias (6.5%), Matarani (6.2%), La Cruz (5.7%), Pucusana (4.5%), Chimbote (4%), Ilo (3.1%), Máncora (2.5%), Talara (2.2%) y Puerto Rico (2.2%), que en conjunto representaron el 79% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron, <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico", <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> "bonito" y <i>Coryphaena hippurus</i> "perico".</p>	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal, acumuló un total de 6,123.9 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, mostró un incremento de 6.9%. El grupo de peces presentó los mayores volúmenes de desembarque (70.6%), seguido de invertebrados (27%), otros recursos (ovas de pez volador) (2.2%) y algas (0.2%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Las Delicias (22%), Parachique (14.1%), San Andrés (10.6%), Paita (8.7%), Atico (8%), Matarani (4.4%), La Cruz (3.2%), La Planchada (3.1%), Puerto Rico (2.6%), Morro Sama (2.5%) y Ancón (2.3%), que en conjunto representaron el 81.5% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta", <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico", <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> "bonito" y <i>Coryphaena hippurus</i> "perico".</p>	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal, acumuló un total de 5,817.6 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, mostró un descenso de 24.3%. El grupo de peces presentó los mayores volúmenes de desembarque (49.9%), seguido de invertebrados (45.9%), otros recursos (ovas de pez volador) (3.8%) y algas (0.4%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Paita (42.6%), Parachique (12.2%), Las Delicias (5.1%), Ilo (4.1%), Puerto Rico (4%), Chimbote (3.3%), Huacho (2.8%), Atico (2.4%), Ancón (2.1%) y Matarani (2%) que en conjunto representaron el 80.6% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Coryphaena hippurus</i> "perico", <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta" y <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico".</p>

MES AÑO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2020	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal acumuló un total de 14,206.9 t (IMARPE, preliminar), mostrando una disminución de 0,3% en relación a la segunda semana. El grupo de invertebrados presentó los mayores volúmenes de desembarque (69.5%), seguido de peces (30.2%) y algas (0.3%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Paita (40.9%), Parachique (17.9%), Las Delicias (17.8%), Ilo (5.4%), Matarani (4%), Puerto Rico (3.4%), Talara (2.5%), Morro Sama (2%) y Huacho (1.4%), que en conjunto representaron el 95.3% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron, <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico", <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta" y <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> "bonito".</p>	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal acumuló un total de 9,136 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, durante la tercera semana, mostrando un aumento de 13% en relación a la semana anterior. El grupo de invertebrados presentó los mayores volúmenes de desembarque (81.7%), seguido de peces (15.7%), otros recursos (ovas de pez volador) (2.4%) y algas (0.2%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Paita (45.7%), Parachique (20.7%), Las Delicias (13.9%), Puerto Rico (3.9%), Matarani (1.8%) y Talara (1.6%), que en conjunto representaron el 87.6% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron, <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico", <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta" y <i>Trachurus murphyi</i> "jurel".</p>	<p>El desembarque procedente de la pesca artesanal acumuló un total de 12,609.9 t (IMARPE, preliminar) en todo el litoral, durante la tercera semana, mostrando un aumento de 9.2% en relación a la semana anterior. El grupo de invertebrados presentó los mayores volúmenes de desembarque (50.3%), seguido de peces (48.2%), otros recursos (ovas de pez volador) (1.3%) y algas (0.2%). Los lugares de mayor desembarque fueron: Paita (39.3%), Las Delicias (16.1%), Parachique (7.4%), Ilo (6.8%), Matarani (4.3%), Puerto Rico (3.1%), Huacho (2.9%), Atico (2%), Morro Sama (2%), Quilca (1.7%), Pucusana (1.3%), Chimbote (1.2%), Chala (1.2%) y San Andrés (1.1%), que en conjunto representaron el 90.4% del total desembarcado. Los recursos hidrobiológicos más relevantes, según volumen de desembarque, fueron, <i>Dosidicus gigas</i> "pota", <i>Engraulis ringens</i> "anchoveta", <i>Sarda chiliensis chiliensis</i> "bonito" y <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico".</p>

Fuente: IMARPE – Sistema de Captación de información de Captura y Esfuerzo Pesquero (2020, 2021, 2022).

7.2.3.8 Videos obtenidos por ROV

Como parte del monitoreo hidrobiológico en el ámbito submareal, se incluyó la obtención de videos realizados a través del uso de ROVs, los cuales, permitieron complementar o confirmar los resultados obtenidos en las diferentes estaciones evaluadas, y en particular, aquellas en áreas de especial importancia biológica (por ejemplo, Islotes Grupo de Pescadores), teniendo en cuenta que, los diversos métodos de muestreo no necesariamente garantizan la colecta representativa de todas las especies presentes, y tampoco permiten caracterizar con certeza el contexto en el cual se desarrollan estas especies (tipos de hábitats, sustrato, fauna o algas asociadas, entre otros), así mismo, los videos del ROV, nos permiten tener una evidencia visual del estado actual de la fauna bentónica y demersal, la cual puede ser compartida y difundida.

Derivado del monitoreo, se obtuvieron un total de 218 videos, de los cuales 151 pertenecen a la zona de los Islotes Grupo de Pescadores y 67 pertenecen a las zonas exteriores a dicha reserva. La duración mínima de material de video registrada por estación fue de 03:30 minutos, mientras que la duración máxima registrada es de 19:01 minutos, el promedio de duración de los videos fue de 11:00 minutos.

A partir de la revisión de los videos se generaron registros puntuales para cada estación, los cuales contenían los datos relativos a la estación, temporalidad, anotaciones relevantes y la diversidad observada. Dichos reportes se encuentran en formatos generados en Excel y están disponibles en los Anexos 6 (Videos y formato ROV). Los grupos de organismos observados en los videos del ROV durante el monitoreo, se detallan a continuación en la Tabla 125.

Tabla 125 Especies reportadas para las áreas de monitoreo mediante uso de ROV (videos).

Zona de monitoreo	Total, de registros	Número de estaciones sin registros	Grupos de Organismos detectados	Taxones identificados
Islote Grupo de Pescadores	772	01 estación sin detecciones	Cnidaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Anthothoe chilensis</i> ■ <i>Chrysaora plocamia</i> ■ Familia Sagartiidae ■ <i>Oulactis concinnata</i> ■ <i>Phymactis papillosa</i> ■ <i>Phymactis</i> sp. ■ <i>Phymanthea</i> sp. ■ <i>Phymanthea pluvia</i>
			Mollusca	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Semimytilus patagonicus</i> ■ <i>Thaisella chocolata</i> ■ <i>Crepidatella peruviana</i> ■ <i>Tegula</i> sp. ■ <i>Crepidatella</i> sp. ■ Clase Gasteropoda ■ <i>Nassarius</i> sp. ■ <i>Acanthopleura echinata</i> ■ <i>Crossata ventricosa</i> ■ <i>Nudibranchia</i> ■ <i>Mesodesma donacium</i> ■ <i>Fissurella</i> sp. ■ <i>Tagelus dombeii</i> ■ <i>Aulacomya atra</i> ■ <i>Acanthopleura</i> sp. ■ <i>Prunum curtum</i> ■ <i>Felicioliva peruviana</i> ■ <i>Tegula atra</i>

Zona de monitoreo	Total, de registros	Número de estaciones sin registros	Grupos de Organismos detectados	Taxones identificados
				<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Chiton sp.</i> ■ <i>Bivalvia</i> ■ <i>Bursa sp.</i> ■ <i>Solenosteira sp.</i> ■ <i>Perumytilus purpuratus</i>
			Porifera	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Esponjas (Porifera)</i>
			Arthropoda	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Allopetrolisthes sp.</i> ■ <i>Astromegabalanus psittacus</i> ■ <i>Astromegabalanus sp.</i> ■ <i>Balanus laevis</i> ■ <i>Cancer porteri</i> ■ <i>Cancer sp.</i> ■ Familia Cancridae ■ Infraorden Brachyura ■ Orden Decapoda ■ Porcellanidae ■ <i>Petrolisthes desmarestii</i> ■ <i>Petrolisthes sp.</i> ■ <i>Pilumnus fernandezi</i> ■ <i>Romaleon setosum</i>
			Macroalgas	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Algas coralinas (Corallinales)</i> ■ <i>Algas pardas no identificadas (Phaeopytas)</i> ■ <i>Algas rojas no identificadas (Rhodophytas)</i> ■ <i>Algas verdes no identificadas (Chlorophytas)</i> ■ <i>Bryopsis plumosa</i> ■ <i>Chaetomorpha cartilaginea</i> ■ <i>Chondrus canaliculatus</i> ■ <i>Codium sp.</i> ■ <i>Codium tomentosum</i> ■ <i>Colpomenia sinuosa</i> ■ <i>Cryptonemia anconensis</i> ■ <i>Cryptonemia limensis</i> ■ <i>Cryptopleura cryptoneuron</i> ■ <i>Dictyota kunthii</i> ■ <i>Macrocystis pyrifera</i> ■ <i>Macrocystis sp.</i> ■ <i>Phyllophorella humboldtiana</i> ■ <i>Porphyra sp.</i> ■ <i>Rhodymenia sp.</i> ■ <i>Sargassum sp.</i> ■ <i>Ulva sp.</i>
			Peces	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Anisotremus scapularis</i> ■ <i>Azurina intercrusma</i> ■ <i>Cheilodactylus variegatus</i> ■ <i>Chromis sp.</i>

Zona de monitoreo	Total, de registros	Número de estaciones sin registros	Grupos de Organismos detectados	Taxones identificados
				<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Engraulis ringens</i> ■ Familia Pomacentridae ■ Familia Serranidae ■ <i>Halichoeres</i> sp. ■ <i>Isacia conceptionis</i> ■ <i>Labrisomus philippii</i> ■ <i>Odontesthes regia</i> ■ <i>Paralabrax humeralis</i> ■ <i>Scartichthys gigas</i> ■ <i>Scarus</i> sp. ■ <i>Seriola</i> sp.
			Echinodermata	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Arbacia spatuligera</i> ■ <i>Asterina</i> sp. ■ <i>Caenocentrotus gibbosus</i> ■ Clase Echinoidea ■ <i>Heliaster helianthus</i> ■ <i>Loxechinus albus</i> ■ <i>Loxechinus</i> sp. ■ <i>Luidia</i> sp. ■ <i>Nassarius</i> sp. ■ Pepino de mar no identificado (Clase Holothuroidea) ■ <i>Stichaster striatus</i> ■ <i>Tetrapygyus niger</i>
			Bacterias	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se reporta avistamiento de tapetes bacterianos de color blanquecino asociados al lecho marino
			Pinnipedia	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Otaria byronia</i>
Estaciones de monitoreo generales fuera de la RNIIPG Islotes Grupo de Pescadores	126	62 estaciones sin detecciones	Cnidaria	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Chrysaora plocamia</i> ■ Anthozoa
			Mollusca	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Semimytilus patagonicus</i> ■ Gasteropoda ■ <i>Nassarius</i> sp. ■ <i>Acanthopleura echinata</i> ■ Chitón no identificado (Clase Polyplacophora) ■ <i>Nassarius</i> sp. ■ <i>Solenosteira gatesi</i> ■ <i>Tagelus dombeii</i>
			Porifera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Esponjas (Porifera)
			Arthropoda	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Brachyura</i> ■ <i>Cancer poteri</i> ■ Paguroidea ■ <i>Romaleon setosum</i> ■ <i>Pleuroncodes monodon</i>
			Macroalgas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Algas pardas no identificadas (Phaeopytas)

Zona de monitoreo	Total, de registros	Número de estaciones sin registros	Grupos de Organismos detectados	Taxones identificados
				<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Ulva sp.</i> ■ <i>Macrocystis sp.</i> ■ Algas coralinas (Corallinales) ■ Algas rojas no identificadas (Rhodophytas)
			Echinodermata	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Asterina sp.</i> ■ <i>Luidia sp.</i> ■ <i>Nassarius sp.</i> ■ Ofiuros no identificados (Ophidiasteridae) ■ Pepino de mar no identificado (Holothuroidea) ■ <i>Solenosteira gatesi</i> ■ <i>Tagelus dombeii</i>
			Bacterias	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se reporta avistamiento de tapetes bacterianos asociados al lecho marino

Fuente: ERM, 2023

La estación con mayor riqueza de las ubicadas al interior de la RNSIIPG- Grupo de Pescadores fue GP-30-153, mientras que la estación con mayor riqueza de especies en las áreas fuera de RNSIIPG – Grupo Pescadores fue la ZM-10-29. También se reporta que en el área de la reserva solo una estación no presentó registros de fauna, mientras que en las estaciones al exterior se reportan 62 estaciones sin detecciones.

Claramente se observa que la lista de taxones detectados al interior de RNSIIPG – Grupo Pescadores es más amplia y en general también se puede mencionar que se observó mayor abundancia en estas estaciones, las cuales estuvieron caracterizadas por un sustrato rocoso con una variedad y abundancia mayor de macroalgas adheridas al sustrato, a diferencia de las estaciones al exterior de RNSIIPG – Grupo Pescadores, las cuales en su mayoría presentaron sustratos arenosos y con abundantes conchuelas de moluscos y bivalvos.

7.2.3.9 Comparación de resultados del necton con información secundaria

Tomando en cuenta las especies más abundantes reportadas en el monitoreo de necton (más de 10 individuos capturados por especie), esta comunidad estuvo representada por cuatro (4) especies ícticas, siendo estas, *Engraulis ringens* “anchoveta”, *Sciaena deliciosa* “lorna”, *Scartichthys gigas* “borracho” y *Azurina intercrusma* “castañuela”, y, tres (3) especies de macroinvertebrados: *Allopetrolisthes punctatus* “cangrejito” o “tijerita”, *Tetrapygyus niger* “erizo negro” y *Cancer porteri* “jaiva”.

Es conocido, que los recursos marinos están distribuidos espacial y temporalmente de manera heterogénea, y, en general, dicha distribución depende de las condiciones físicas y químicas de sus hábitats, las corrientes marinas, la productividad primaria y la topografía del ambiente marino (Trathan *et al.*, 2006). En este sentido es importante mencionar que antes y durante la ejecución del monitoreo, se manifestaron los efectos de La Niña costera (Informe Técnico ENFEN octubre, noviembre y diciembre 2022); al igual que también se evidenció, una proliferación o “bloom” de medusas de la especie *Chrysaora plocamia*. Ambos factores, acorde a la literatura pueden presentar efectos positivos y negativos a nivel biológico-pesquero, principalmente sobre las especies ícticas (Alheit and Niquen, 2004; CENEPRED, 2013; Purcell *et al.*, 2007; Purcell, 2012; Bayha y Graham, 2014; Decker *et al.*, 2014).

Engraulis ringens “anchoveta”, es una especie clave para el Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt de Perú y Chile, es parte de la cadena alimenticia principal de una gran variedad de aves, mamíferos marinos y peces mayores; la pesquería en función de esta especie es mundialmente conocida como la segunda mayor de una sola especie por volumen en el mundo (FAO, 2016). Es planctívora, y su dieta no ha mostrado cambios durante el periodo 1953 al 2008, siendo los eufáusidos la presa más importante, y en segundo lugar los copépodos; el zooplancton representa 80-95% de su dieta (Espinoza y Bertrand, 2008; James y Findlay, 1989; James, 1987). Es una especie desovadora parcial, por lo que en cualquier periodo del año es posible encontrar ejemplares en diferentes estados de madurez sexual y lo hace en todas las latitudes del mar peruano, siendo las áreas más importantes frente a Chicama (7°30'S) hasta Chimbote (9°S) y del Callao (12°S) hasta Pisco (14°S). Habita aguas moderadamente frías, con rangos de temperatura que oscilan entre 16° y 23°C en verano y de 14° a 18°C en invierno con salinidad entre 34,5 y 35,1. Los estudios realizados en la especie, han concluido afirmando que es una especie muy bien adaptada a las condiciones altamente variables del mar peruano (Espinoza y Bertrand, 2008; Espinoza *et al.*, 2009). Jordán (1976) sostuvo que las anchovetas comienzan el desarrollo gonadal por primera vez cuando tienen alrededor de 11 cm y alcanzan la plena madurez a los 12 cm; a los 14 cm, cerca del 50% de individuos están en aptitudes de alcanzar la etapa de desove y prácticamente todos los individuos desovan a partir de los 15 cm.

En el monitoreo se capturaron un total de 66 individuos, el promedio en relación con el sexo estuvo entre 55% ♀ (hembras) - 45% ♂ (machos), con tallas entre los 13.5 – 5.6 cm, y con respecto al estado de madurez, en su mayoría se encontraban en un estadio 1, lo que se refiere a un individuo inmaduro y por lo tanto no han alcanzado la primera madurez sexual. Gran proporción de los individuos se capturaron en la Zona Reservada de Ancón (ZRA) y en menor proporción en el área de los Islotes Grupo de Pescadores (IGP) y el área de monitoreo en general, con enmalle de superficie y unas pocas con enmalle de fondo, las profundidades de captura estuvieron entre los 10-20 metros en la zona de Ancón y en las otras áreas a profundidades mayores de 25 metros. Con relación a su contenido estomacal, se reportó la presencia de mucosidad.

Sciaena deliciosa “lorna”, constituye un recurso importante en la pesquería artesanal peruana; se captura dentro de las 30 mn de la costa, a lo largo del litoral; y se desembarca en más de 23 centros pesqueros (Estrella, 1994). Su pesquería se localiza en San José, Chimbote, Huacho y Callao; y se le captura con cerco, cortina, chinchorro y pinta (González, 2001). Se le ubica hasta alrededor de los 140 m de profundidad, es posible encontrarla en rangos de temperaturas de 14.1 a 16.7 °C y oxígeno entre 0.00 y 2.77 ml/l en condiciones normales. La longitud promedio a la cual, por lo menos el 50 por ciento de los ejemplares alcanza su primera madurez sexual es aproximadamente 17.5 cm., siendo los meses de desove los comprendidos en las estaciones de otoño e invierno (Mejía *et al.*, 1970). Acorde a lo anterior, en el monitoreo se capturaron un total de 91 individuos, el promedio con relación al sexo estuvo entre 63.73% ♀ (hembras) - 36.26% ♂ (machos), con tallas entre los 22- 11.5 cm, y con respecto al estado de madurez, en su mayoría se encontraban en un estadio 2, lo que se refiere a individuos maduros. La mayoría de los individuos se capturaron en la zona de Ancón en profundidades entre los 10-25 m y en menor proporción en el resto de las estaciones de monitoreo entre los 10-15 m de profundidad. En relación a su contenido estomacal, en la mayoría de los individuos se encontró equinodermos, crustáceos y peces de menor tamaño.

Scartichthys gigas “borracho”, se distribuye desde Panamá, Callao (Perú) a Valparaíso (Chile). Viven en costas rocosas entre 1 y 5 m de profundidad, epibionte de orilla rocosa y pozos de mareas (Fischer *et al.*, 1995; Chirichigno y Cornejo, 2001). Los machos maduran a 9 cm de longitud estándar y las hembras a 13 cm, la longitud estándar máxima 22.2 cm, siendo más común de 11 cm (Chirichigno y Cornejo, 2001). Se alimenta de algas, pequeños moluscos y crustáceos. Se alimenta de plantas, pequeños moluscos y crustáceos. En Perú es uno de los peces más abundantes (Chirichigno y Cornejo, 2001). En el monitoreo se capturaron un total de 73 individuos, el promedio en relación con el sexo estuvo entre 63.01% ♀ (hembras) - 36.98% ♂ (machos), con tallas entre los 21- 5.5 cm y un estado de madurez en su mayoría en un estadio 2 lo que se refiere a individuos maduros. Gran proporción de los individuos se capturaron en el área de los Islotes Grupo de Pescadores y en menor proporción en el área de monitoreo, en ambas estaciones las especies se capturaron en profundidades

mayores a los 25 m con pinta y nasa; con relación a su contenido estomacal en la mayoría de los individuos se encontró larvas de bivalvos.

Azurina intercrusma “castañuela”, como se ha mencionado previamente, pertenece a la familia Pomacentridae (incluyendo Chromidae). La familia Pomacentridae es un taxón que comprende más de 390 especies de peces marinos distribuidos en 27 géneros. Estas especies son conocidas comúnmente como peces payaso y damiselas (Grove *et al.*, 1985; Martínez-Torres *et al.*, 2014), estos peces pueden tener comportamiento gregario o ser solitarias; algunos presentan un comportamiento territorial agresivo durante toda su vida, mientras que, en otras, el comportamiento territorial se restringe a ciertos periodos, normalmente la época de reproducción (Hattori y Casadevall, 2016). En cuanto a las especies gregarias, éstas se mantienen en grupos de entre 10 y 50 individuos. Los reportes referentes a la especie son principalmente de capturas incidentales con bolichito de fondo en el norte, centro y sur del Perú (Salazar *et al.*, 2015). La falta de información detallada sobre la biología y la ecología de esta especie dificulta la evaluación precisa de su estado poblacional. En el presente monitoreo, se capturaron un total de 42 individuos, el promedio en relación con el sexo estuvo entre 50% ♀ (hembras) - 50% ♂ (machos), con tallas entre los 17- 3.5 cm y un estado de madurez en su mayoría en un estadio 2 lo que se refiere a individuos maduros. Los individuos se capturaron en el área de los Islotes Grupo de Pescadores en profundidades mayores a los 25 m con enmalle de fondo y pinta; con relación a su contenido estomacal se reportó restos de decápodos.

Con relación a los macroinvertebrados capturados, estos forman asociación ecológica con otros organismos del necton por estar dotados de adaptaciones especiales para su desplazamiento por medio de la natación, para la captura de su alimento, para su defensa y el ataque de sus presas. En el Perú se han registrado más de 16 especies de decápodos braquiuros y anomuros marinos con algún valor comercial, estas especies son principalmente comercializadas para consumo humano y se extraen artesanalmente mediante trampas cangrejeras y buceo en el submareal, o manualmente en el intermareal. Durante el monitoreo se capturaron individuos de *Cancer porteri* siendo una de las más abundante principalmente en las zonas blanco, esta especie se distribuye a lo largo de toda la costa peruana, desde la zona intermareal hasta 478 m de profundidad, en fondos arenosos y fangosos, su extracción está bajo la regulación: R.M. N° 159-2009-PRODUCE - Prohibición de extracción de hembras ovígeras (con huevos) (Carbajal y Santamaría, 2017), en campo se capturaron un total de 37 individuos, el promedio en relación con el sexo estuvo entre 51.36% ♀ (hembras) – 48.64% ♂ (machos), con tallas entre los 8.3-1.5 cm y un estado de madurez en su mayoría en un estadio 1 lo que se refiere a que se encuentran inmaduros, sin huevos; los individuos se capturaron mayormente a profundidades mayores a los 25 m con nasa (trampas cebadas). Adicionalmente, también se capturaron individuos de la especie *Allopetrolisthes punctatus* “cangrejito” o “tijerita”, siendo otra de las especies con mayor riqueza en el monitoreo, con un total de 37 individuos capturados. El promedio en relación con el sexo estuvo entre 72.5% ♀ (hembras) – 27.5% ♂ (machos), con tallas entre los 9.2-2.7 cm y un estado de madurez en su mayoría en un estadio 2 maduros. Los organismos se colectaron principalmente con enmalle de fondo y nasas, en el área de los Islotes Grupo de Pescadores.

También dentro de las especies dominantes (riqueza) de macroinvertebrados, se colectaron 20 individuos de *Tetrapygyus niger* “erizo negro”. Es de conocimiento que los erizos son herbívoros de amplio espectro dietario, consumidores en potencia de algas, tanto fijas en el substrato como a la deriva (Contreras y Castilla, 1987; Rodríguez, 2003), algunos estudios contemplan la hipótesis sobre los hábitos omnívoros de *T. niger*, presentando evidencias que esta especie ingiere proteína animal de forma frecuente, incluyendo dentro de su dieta a otros herbívoros, por lo cual se le ha atribuido un rol en procesos de depredación intragremios (Knip and Scheibling, 2007; Camus *et al.*, 2008). Adicionalmente, algunos autores, han vinculado la variabilidad en la dieta y biología de los erizos, con procesos que pueden estar vinculados con variaciones interanuales por eventos El Niño y La Niña, que en su momento pueden modificar la intensidad y efectos de la surgencia, lo que se refleja en la calidad o disponibilidad de sus recursos, que se encuentran asociadas a la variación en productividad primaria (Bustamante *et al.*, 1995; Thiel *et al.*, 2007; Navarrete *et al.*, 2008)

Entre zonas de monitoreo, se evidenció una mayor diversidad en las zonas protegidas, lo cual era de esperarse; la Zona Reservada de Ancón fue una de las que tuvo mayores valores de riqueza y abundancia de especies, lo cual es congruente, ya que esta área comprende una particular diversidad de especies hidrobiológicas que han desarrollado capacidades de adaptación a las actividades antrópicas permanentes en la Bahía, lo cual les ha permitido permanecer y por lo cual se declaró en su momento zona reservada (Resolución Ministerial N° 275-2011-MINAM). Por otro lado, en el Área de la Reserva Nacional Sistema de Islas, islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG) - Islotes Grupo de Pescadores, la abundancia y riquezas fue mayor en relación con las otras zonas, adicionalmente en esta zona se capturaron especies distintivas para el litoral peruano como *Cheilodactylus variegatus* “pintadilla” considerada como especie costera de hábitat rocoso, y la cual presenta una distribución geográfica que comprende desde Paita, Perú hasta Talcahuano, Chile (Chirichigno y Cornejo, 2001).

Acorde a la literatura, entre las principales especies para el Perú están el “pejerrey” *Odontesthes regia*, “machete” *Ethmidium maculatum*, “lorna” *Sciaena deliciosa*, “cabinza” *Isacia conceptionis*, “pintadilla” *Cheilodactylus variegatus*, “lenguado” *Paralichthys adspersus*, “pejediablo” *Scorpaena histrio*, “congrío” *Genypterus maculatus*, “cabrilla” *Paralabrax humeralis*, “anchoveta” *Engraulis ringens*, “bonito” *Sarda chiliensis chiliensis*, “borracho” *Scartichthys gigas*, entre otros (GRC, 2013). De igual manera, entre los peces cartilaginosos presentes se encuentran la “raya águila” *Myliobatis peruvianus*, “raya águila chilena” *Myliobatis chilensis*, el “tollo común” *Mustelus whitneyi*, “tiburón azul” *Prionace glauca*, “tiburón diamante” *Isurus oxyrinchus* y “tiburón martillo” *Sphyrna zygaena* (PRODUCE, 2020). Otras especies con menos abundancias como como la “señorita” *Halichoeres dispilus* y la “castañuela” *Chromis crusma* (SERNANP, 2019). Si bien, dentro del monitoreo tres de estas especies fueron dominantes en cuanto a riqueza, otras especies solo fueron capturadas de a un (1) o máximo 5 individuos, siendo estas, *Epinephelus acanthistius* (4 individuos), *Galeichthys peruvianus* (3 individuos), *Isacia conceptionis* (1 individuo), *Mugil cephalus* (1 individuo), *Mustelus whitneyi* (1 individuo), *Myliobatis* sp (1 individuo), *Stromateus stellatus* (5 individuos), *Trachurus murphyi* (1 individuo) y *Anisotremus scapularis* (1 individuo), teniendo en cuenta estos resultados, se puede mencionar que la comunidad de peces en las diferentes zonas monitoreadas, presentan individuos que se clasifican dentro de las principales especies comerciales para el Perú, acorde a lo descrito en la literatura.

Con relación a los índices comunitarios, se utilizaron la riqueza de Margalef, diversidad de Shannon-Wiener, índice de Simpson, equitatividad de Pielou y similitud de Bray Curtis (Clarke, 2001; Lander, 1996; Magurran, 1988; Krebs, 1989). Los resultados globales de la comunidad nectónica en cuanto, al índice de Margalef estuvieron entre 0 y 1.54 lo que se traduce en baja diversidad; este índice asume que valores inferiores a 2 determinan baja diversidad y superiores a cinco, indican una alta diversidad (Magurran, 1988). Las estaciones que sobrepasaron el 1 se encuentran en el área de los Islotes Grupo de Pescadores y en el Área de monitoreo. El índice de diversidad de Shannon para la comunidad muestreada dio como resultado baja biodiversidad (0 y 1.53 Bits/Ind), de manera específica las zonas que se acercan a los más altos valores de diversidad fueron el Área de monitoreo y el área de los Islotes Grupo de Pescadores, con valores máximos de (0.89 y 1.53 Bits/Ind respectivamente), el índice va de 0-5, valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies (Roldán y Ramírez, 2008; Segnini, 2003). El índice de Equidad de Pielou (J) para la comunidad en general, oscilo entre 0 y 1, lo que indica que en algunas estaciones las especies son igual de abundantes y en otras señala ausencia de uniformidad. Las estaciones que estuvieron por encima del 0.5-0.96 fue las de los Islotes Grupo de Pescadores y con 1 se encontraron algunas estaciones del Área de monitoreo. El índice de Simpson para la comunidad nectónica oscilo entre 0-1. Las estaciones más cercanas al 1 fueron las de los Islotes Grupo de Pescadores y Área de monitoreo, es decir que en estas áreas se presentaron especies dominantes cuya abundancia estuvo por arriba de otras, situación que se presentó con las especies en el caso de *Azurina intercrusma* y *Scartichthys gigas* en los Islotes Grupo de Pescadores y *Menticirrhus* sp. para el Área de monitoreo. Por último, en relación con el índice de Bray Curtis, que analiza la comunidad cualitativa y cuantitativamente, Los resultados obtenidos a través de un análisis Clúster para la comunidad y por zonas, registraron

similitudes entre estaciones por profundidad y entre zonas se registran estaciones del área de monitoreo muy similares a las de los Islotes Grupo de Pescadores, lo cual puede estar dado por las especies dominantes que se encontraron en estas zonas y que las acercan a tener mayor riqueza en referencia con las otras dos zonas. Por otra parte, se evidencia la segregación entre zonas en cuanto a la abundancia de especies, siendo más similares el área de Islote Grupo de Pescadores y Zona Reservada de Ancón.

Lo mencionado anteriormente coincide con el hecho de reportarse similitudes en cuanto a mayor diversidad registrada tanto en los Islotes Grupo de Pescadores como en la Zona Reservada de Ancón, los cuales se encuentran delimitados como bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región Lima (Chancay – islas Ventanilla) En: IMARPE, 2010 (II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul). Vale mencionar que, de la lista de especies de peces registradas en el mencionado estudio de delimitación (IMARPE, 2010), y que presentaron una mayor frecuencia porcentual (número promedio/10min buceo), se reportó a la “pintadilla” *Cheilodactylus variegatus* y al “borracho” *Scartichthys gigas*, siendo también estas especies muy frecuentes en el presente monitoreo, ya sea por registros de captura o a través de los registros de los videos del ROV (promedio de duración de los videos fue de 11:00 minutos).

En función, a los fenómenos climáticos presentados durante el monitoreo, la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) declaró un estado de “Alerta de la Niña costera”, por la probabilidad que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano mantuviera valores por debajo del rango normal hasta noviembre de 2022 con una magnitud débil. Este evento provoca un descenso en la temperatura del agua, cambios en los patrones de lluvia y un aumento de la actividad ciclónica. Dentro de los efectos en las comunidades marinas podemos mencionar:

- Cambios en la distribución de especies: según García-Reyes *et al.* (2015) las comunidades marinas pueden experimentar cambios en la distribución de las especies durante La Niña. Algunas especies pueden migrar hacia aguas más cálidas, mientras que otras pueden adaptarse a las temperaturas más frías, generando impactos en la disponibilidad inmediata de los recursos pesqueros artesanales mientras que la abundancia de estos es afectada en el largo plazo, lo cual puede estar relacionado con la variación en los procesos tales como el reclutamiento (Cahuin *et al.*, 2009), dinámicas ecológicas (Wells *et al.*, 2008), supervivencia de larvas y juveniles, reproducción (Alheit & Niquen, 2004; CENEPRED, 2013), crecimiento y mortalidad (Vilchis *et al.*, 2005).
- Algunos autores, han reportado que ciertas especies que normalmente no están restringidas o asociadas a masas de agua pueden encontrarse concentradas o con una distribución horizontal, como es el caso de la lisa (*Mugil cephalus*), durante los eventos de La Niña desfavorecieron la presencia de mayores tasas de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) entre 6 meses y dos años después del evento. La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” durante un evento de La Niña, amplió su cobertura hacia la zona oceánica y se dispersó, es decir los cardúmenes se reducen (menor número de individuos y se alejan de costa). A nivel pesquero, la migración de la anchoveta desfavorece a los pescadores, ya que deben desplazarse más para poder capturar al recurso, y a medida que se incrementa el evento, cambios drásticos en el desembarque de anchoveta no son notorios, principalmente en las regiones norte y centro, sin embargo, en la región sur se presentan niveles de rendimiento menores a las otras regiones (CENEPRED, 2013).
- Cambios en la productividad biológica: García-Reyes *et al.* (2015) también menciona que La Niña puede afectar la productividad biológica de los ecosistemas marinos, ya que puede alterar los flujos de nutrientes y la cantidad de luz solar que llega al agua. Esto puede tener un impacto en la cadena alimentaria y en la disponibilidad de alimento para las especies marinas. Posiblemente, la baja riqueza del monitoreo puede estar asociada a las aguas frías que aumentan con La Niña (Bertrand *et al.*, 2004; Swartzman *et al.*, 2008), lo cual amplía la distribución de los recursos, y esto a su vez limita la captura de estos en zonas donde habitualmente son capturados.

- Mortandad de organismos marinos: Checkley et al. (2009) menciona que La Niña puede provocar mortandad de organismos marinos, especialmente aquellos que no están adaptados a las temperaturas más frías. Esto puede tener un impacto en la biodiversidad y en la estructura de las comunidades marinas.
- Impacto en la pesca: La Niña puede tener un impacto en la pesca, ya que puede alterar la distribución y la cantidad de algunas especies. Esto puede afectar a la economía y la subsistencia de las comunidades que dependen de la pesca.

Además, el evento de La Niña durante el periodo de monitoreo, y la proliferación o “bloom” de medusas de la especie *Chrysaora plocamia*, como se había mencionado previamente estarían afectando la distribución de algunas especies. La variabilidad en el tamaño poblacional de medusas ha sido atribuida a un efecto sinérgico de factores ambientales y antropogénicos como el forzamiento climático, sobrepesca, degradación de los océanos, eutrofización, invasiones biológicas e hipoxia, así como interacciones entre estos (Purcell et al., 2007; Purcell, 2012; Bayha y Graham, 2014; Decker et al., 2014; Uye, 2014); esta medusificación contribuye al fortalecimiento de la zona mínima de oxígeno, como consecuencia del hundimiento y decaimiento de la productividad primaria a nivel superficial, conjuntamente con poca ventilación (Ekau et al., 2018); esto podría estar estrechamente relacionado con la abundancia y distribución de la especie de manera vertical en la columna de agua, dado que las medusas adultas de *C. plocamia* se distribuyeron principalmente entre la superficie y a media agua, y, los juveniles entre el fondo y media agua (Quiñones, 2009).

La presencia de estas medusas pudiese estar relacionado con la observación de abundancia baja de los cardúmenes de peces observados, ya que las medusas como *C. plocamia*, se alimentan de zooplancton, especialmente de larvas de peces. El aumento de la población de medusas, según una investigación realizada por Purcell et al. (2007), estaría relacionado por el aumento de nutrientes en el agua debido a la contaminación. Los nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, pueden provenir de las aguas residuales y la escorrentía de la agricultura y la ganadería. Estos nutrientes pueden estimular el crecimiento del fitoplancton, que es la principal fuente de alimento para los organismos del zooplancton, que a su vez es la fuente de alimento de las medusas.

En los videos realizados con el ROV, se puede evidenciar la proliferación o “bloom” de medusas de la especie *C. plocamia* las cuales fueron avistadas a lo largo de las zonas de monitoreo y casi en la totalidad de las estaciones de los Islotes Grupo de Pescadores. Tal y como se mencionó anteriormente, algunos autores han denominado a este fenómeno como “medusificación del ecosistema” (Richardson et al., 2009; Flynn et al., 2012; Roux et al., 2013).

Finalmente, en relación a los puntos blanco con respecto al área de monitoreo, los resultados obtenidos de riqueza y biodiversidad y los registros obtenidos con el ROV, fue posible evidenciar una mayor diversidad en el área de monitoreo. La riqueza de especies ícticas en la zona blanco fue menor a 5 y se registran en profundidades entre los 10-15 metros, con especies que son de mayor profundidad como la lorna (*Sciaena deliciosa*) a diferencia del área de monitoreo donde se registró la especie Bobo (*Menticirrhus undulatus*) con más de 34 individuos a profundidades de 10-15 metros principalmente, lo cual está muy estrechamente relacionado con los hábitos de la especie, que se distribuye lo largo de costas arenosas y en bahías. *M. undulatus* generalmente se encuentra en pequeños grupos; los peces más grandes son más solitarios. Se alimenta de cangrejos de arena, otros crustáceos pequeños y gusanos (Chao L.N., 1995).

7.2.3.10 Conclusiones de los resultados del necton

- En términos generales, la comunidad nectónica de las zonas evaluadas en términos de familias, presenta una biodiversidad media, teniendo en cuenta que se encontraron familias de los diferentes niveles tróficos. Sin embargo, a nivel de especies, la comunidad presenta una baja biodiversidad, con un mayor dominio de pequeñas especies, como la anchoveta, la lorna, castañuela, entre otros, las cuales son especies con un alto grado de resiliencia por lo cual se

logran adaptar fácilmente a las condiciones altamente variables del mar peruano, algo que se presenta inversamente en especies de mayor grado en la cadena trófica como tiburones, meros, rayas entre otros. Lo anterior, puede estar posiblemente relacionado con los cambios ocasionados por La Niña y la “medusificación del ecosistema” ocasionado por la abundancia de *Chrysaora plocamia* conocida comúnmente como medusa luna dorada, una de las medusas más comunes en el Pacífico Este Tropical, esta especie fue la más dominante del monitoreo y puede estar ocasionando un desplazamiento de las especies hacia otras zonas más oceánicas.

- Se observa que las diferencias reportadas entre puntos blancos y estaciones de muestreo, debido a la variabilidad entre hábitats por características como el tipo sustrato, profundidad, geomorfología, etc.), y distribución de las especies de peces y macroinvertebrados, limitan claramente el uso de estaciones blanco o sitios de referencia como elementos comparativos para eventos discretos, siendo necesario establecer comparaciones temporales, ya sea a través de líneas base o estudios realizados en el area de monitoreo (información secundaria).
- Tras el análisis, también fue evidente que existe una clara diferenciación entre las estaciones dentro de los Islotes Grupo de Pescadores y las estaciones al exterior de esta. Las estaciones de los islotes presentan los valores más elevados para todos los índices evaluados, seguido por la Zona Reservada de Ancón. Sin embargo, el panorama general refleja una comunidad marina con bajos valores de riqueza, abundancia y biomasa, con alta dominancia de especies que pueden ser indicadoras de la degradación del ecosistema marino (erizos y medusas). Este resultado fue posible observarlo tanto en el monitoreo de necton como en el monitoreo con ROV. Lo anterior puede estar relacionado con factores como son fenómenos naturales como el evento La Niña y la proliferación de *Chrysaora plocamia*.
- Finalmente, la mayoría de estudios realizados y enfocados en análisis pesqueros sobre el litoral peruano han identificado que una de las mayores presiones que tiene el ecosistema marino costero y que puede ser posiblemente una de las principales causas de la disminución que han tenido las diferentes especies marinas de interés comercial, están asociados con el creciente incremento de vertidos de aguas residuales procedentes de industrias, la actividad pesquera y la población costera, lo cual se traduce en una sobreexplotación de recursos marinos y alteraciones en la calidad y las propiedades del recurso hídrico marino.

8. CONCLUSIONES GENERALES

Respecto al componente abiótico, los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados en la columna de agua (temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez y clorofila) y los analitos inorgánicos determinados en laboratorio para las matrices agua y sedimento (metales pesados, azufre total y sulfuro de hidrogeno) sugieren condiciones típicas para el área evaluada. Así mismo, las concentraciones de hidrocarburos en sedimento en la mayoría de las estaciones de monitoreo, presentan valores por debajo de los criterios de referencia aplicables. La concentración promedio de hidrocarburos observadas en sedimento en los puntos blanco es mayor que en el resto de las áreas, y varía entre 227.96 a 264.38 mg/kg. Adicionalmente, las desviaciones estándar por intervalo de los puntos blanco son mayores en comparación con las desviaciones estándar por intervalo del resto de áreas; lo que evidenciaría la presencia de otras fuentes antropogénicas de contaminación por hidrocarburos diferentes al derrame ocurrido el 15 de enero de 2022 en la Terminal 2 de la Refinería La Pampilla (Ventanilla).

En lo que concierne a las concentraciones de metales pesados, azufre total y sulfuro de hidrógeno en agua y sedimento, los niveles detectados en el monitoreo, presentan comportamientos esperados de acuerdo a lo mencionado por Chuan *et al.* (1996), Schlosser *et al.* (2018), Ersahin *et al.* (2006), y lo reportado por Cajaleon y Concepción (2018) y Velazco Castillo (2001). A pesar de haber excedencias a los criterios aplicables, las concentraciones en los puntos blanco y las reportadas de acuerdo a la bibliografía, muestran una evidencia de impactos antropogénicos no relacionados con el derrame de petróleo ocurrido el 15 de enero de 2022.

Con respecto a las concentraciones de inorgánicos en tejido de seres vivos, los valores observados muestran algunas excedencias con los criterios de comparación. No obstante, los análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) en tejidos de peces (*Menticirrhus sp.*, *Myliobatis sp.*, *Galeichthys peruvianus*, *Mustelus sp.*, *Mugil cephalus*, *Sciaena deliciosa*, *Cheilodactylus variegatus*, *Epinephelus acanthistius* y *Scartichthys gigas*) e invertebrados bentónicos (*Emerita analoga*, *Hepatus sp.*, *Hepatus chiliensis*, *Romaleon setosum*, *Allopetrolisthes punctatus*, *Cancer porteri*, *Thaisella chocolata*, *Nassarius dentifera*, *Semimytilus algosus*, *Loxechinus albus* y *Tetrapyrgus niger*), reportan resultados que no excedieron los límites de detección del método analítico de laboratorio, cuyos niveles de detección se encuentran en ng/kg.

Las concentraciones de metales en tejido de los organismos capturados en los puntos blanco (zonas blanco) y el área de monitoreo, tienden a ser mayores en comparación con las detectadas en la misma clase de organismos de los Islotes Grupo Pescadores o la Zona Reservada de Ancón; lo que sugiere cierta relación con las concentraciones de metales reportadas en agua y sedimento.

En lo referente a la comunidad planctónica, como resultado del monitoreo, se reportó una composición específica típica de Aguas Costeras Frías (ACF), tanto del fitoplancton como del zooplancton, observándose una comunidad fitoplanctónica definida por la mayor abundancia de diatomeas respecto a los dinoflagelados, y la relativa dominancia de diatomeas pennadas en asociación con diatomeas pequeñas formadoras de cadenas y alta tasa de reproducción. Asimismo, la comunidad zooplanctónica estuvo conformada básicamente por los copépodos *Acartia tonsa*, *Centropages brachiatus* y *Paracalanus parvus*, aunque con niveles bajos de riqueza y abundancia de organismos -sobre todo en el Área Insular y la Zona Reservada de Ancón- que tendrían relación con la proliferación excesiva del cnidario *Chrysaora plocamia*. Una tendencia similar se observó con el ictioplancton representado en su mayoría por engráulidos.

En cuanto a la comunidad del necton, en términos de familias, se reportó una biodiversidad media, teniendo en cuenta que se encontraron familias de los diferentes niveles tróficos. Sin embargo, a nivel de especies, la comunidad presentó una baja biodiversidad. Lo anterior, puede estar posiblemente relacionado con los cambios ocasionados por el evento La Niña y la “medusificación del ecosistema” ocasionado por la abundancia de *Chrysaora plocamia*. Esto coincidiría con lo reportado para la comunidad zoo e ictioplanctónica en cuanto a los bajos niveles de riqueza y abundancia de organismos reportados.

De acuerdo a la información analizada, también fue evidente que existe una clara diferenciación entre las estaciones de evaluación de necton (peces e invertebrados) dentro de los Islotes Grupo de Pescadores (IGP) y las estaciones al exterior de esta. Las estaciones de los Islotes presentan los valores más elevados de todos los índices evaluados, seguido por la Zona Reservada de Ancón (ZRA). Esto también fue observado en cuanto a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, reportándose en el área de los IGP y la ZRA los mayores valores de diversidad, riqueza y abundancia de organismos bentónicos. Lo anterior coincide con lo registrado por el IMARPE (2010), observándose de manera comparativa que, la variación espacial del índice de diversidad (H') reportada como parte de la prospección para la delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región Lima (Chancay – islas Ventanilla) En: IMARPE, 2010 (*II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul*), es muy similar con la variación espacial del índice de diversidad (H') reportada en el presente monitoreo.

En el área de monitoreo, la estación en la cual se registró mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos fue ZI-02, ubicada en la playa Cavero (Ventanilla), la cual pertenece a la zona intermareal con sustrato rocoso, en esta se reportaron 2,315 organismos, no obstante, el valor máximo de riqueza en la zona intermareal, se registró en las estaciones ZI-03 (a aproximadamente 1.5 km al norte de la Zona Reservada de Ancón) y ZI-08 (en Punta Chancay). En cuanto a las especies con mayor abundancia en la zona intermareal, se observa que el sustrato rocoso se encontró colonizado por mitílidos (*Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus*), gasterópodos (*Scurria* sp.), crustáceos (*Jehlius cirratus*) y poliquetos (*Nereis* sp.), mientras que el sustrato arenoso presentó abundancias elevadas del poliqueto *Hemipodia* sp., del crustáceo *Emerita analoga* y del isópodo *Excirolana brasiliensis*.

En la zona sur de la ZRA y en las zonas más profundas (>15 m), se reportaron bajos valores de diversidad de macroinvertebrados bentónicos, lo cual coincide con lo observado por Tarazona *et al.*, 1982 y Peña *et al.*, 2006, que mencionan, con respecto a la ZRA y en específico la Bahía Ancón, que los fondos blandos de la bahía presentan en períodos normales, condiciones hipóxicas intensas a mayores profundidades, incluso con períodos de anoxia total; con la consiguiente disminución de la macroinfauna bentónica, mostrando valores muy bajos de densidad, biomasa y diversidad. Esto coincide con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto reportadas para esta zona en el presente monitoreo, con valores promedio mínimos de 0.13 mg/L (rango de 15-20 m de profundidad), 0.1 mg/L (rango de 20-25 m de profundidad) y 0.09 mg/L (rango mayor a 25 m de profundidad).

En general, se puede considerar que los resultados reportados, son consistentes con las especies que se reportan en el área de monitoreo y en general coinciden con la distribución y diversidad reportada para zonas delimitadas como bancos naturales (IMARPE, 2010), las cuales incluyen la Zona Reservada de Ancón y los Islotes Grupo de Pescadores.

Las variaciones que puedan presentarse de manera cuantitativa referente a la riqueza de especies y abundancia de organismos, estaría sujeta a estresores de origen natural como el evento La Niña y la proliferación de la medusa *C. plocamia*.

De acuerdo a lo anterior, se reporta una tendencia esperada, observándose una comunidad de macroinvertebrados de la zona intermareal dominada en el sustrato rocoso por especies con la mayor abundancia registrada, como los mitílidos *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus patagonicus*, gasterópodos (*Scurria* sp.), crustáceos (*Jehlius cirratus*) y poliquetos (*Nereis* sp.), y en áreas con sustrato arenoso como, el poliqueto *Hemipodia* sp., el crustáceo *Emerita analoga* y el isópodo *Excirolana brasiliensis*. Asimismo, se observa una comunidad submareal que mantiene las características poblacionales y comunitarias registradas por algunos autores previo a la emergencia ambiental en las diferentes áreas monitoreadas, como Aramayo V. *et al.*, 2019; Tarazona *et al.*, 1982; Elliot W. *et al.*, 2012; Sánchez, 1988; Tarazona *et al.*, 1986; Peña *et al.*, 2006; Ramirez A. *et al.*, 2010). Asimismo, como se mencionó anteriormente, no se evidencia presencia de HAPs en los tejidos de los diferentes organismos evaluados. Sobre este punto, es importante mencionar que, las especies seleccionadas para el análisis de HAPs en tejidos, presentan comportamientos bentónicos y/o

demersales, muchos de los cuales tienen preferencia por hábitats específicos (zonas rocosas de rompiente, playas, islotes, etc.), lo cual los hace representativos de las áreas evaluadas, a diferencia de especies pelágicas o de amplia movilidad, cuyo desplazamiento y distribución supera el rango espacial de interés, dificultando la trazabilidad de algún efecto relacionado al derrame.

Los cambios reportados tanto en la riqueza, abundancia y distribución de algunas especies, se estarían manifestando producto de los efectos de eventos de índole natural, como el evento La Niña reportado por la Comisión Multisectorial del ENFEN (octubre, noviembre y diciembre de 2022) y la proliferación de medusas (*Chrysaora plocamia*), evidenciado a través de la colecta de muestras (monitoreo) y los registros en videos del ROV.

En relación a los resultados del presente monitoreo, a la fecha, no se evidencia interrupción de las interacciones tróficas, reproducción o reclutamiento o cambios evidentes en la distribución de la diversidad y/o abundancia de especies hidrobiológicas que podrían estar relacionados con la emergencia ambiental (derrame ocurrido el 15 de enero de 2022 en la Terminal 2 de la Refinería La Pampilla-Ventanilla), presentándose estresores de mayor escala (La Niña, virus de Influenza Aviar (H5N1) y proliferación de *C. plocamia*) que podrían estar generando variaciones detectables en la composición y dinámica del ecosistema marino del área monitoreada.

A modo de recomendación, será importante evaluar los cambios que se podrían generar en el ecosistema debido a eventos como La Niña, el virus de Influenza Aviar (H5N1), la proliferación de *C. plocamia* y un potencial evento de Niño costero, así como el efecto de las diversas actividades antrópicas desarrolladas en el área de monitoreo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre A, Bertrand A, Espino M, Espinoza P, Dioses T, Ñiquen M, ..., Ménard F. (2015). Diet diversity of jack and chub mackerels and ecosystem changes in the northern Humboldt Current system: A long-term study. *Progress in Oceanography*, 137:299-313.
- Alheit J & M Ñiquen. (2004). Regime shift in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography* 60: 201- 202
- Arguelles, J., Taipe, A., Espinoza, E., Aguilar, S., García, W., Tenorio, J., Zavala, J., Gamarra, A., & Santos, C. (2010). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul. Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- Baltazar Guerrero, Paul & Babilonia, Andres & Molina Salgado, Pamela & Tovar, Yassmin. (2017). Aspectos Alimenticios de la Lorna (*Sciaena deliciosa*, Tschudi, 1846) en el Área de Pisco durante otoño del 2017. ICBAR 2017. 10.13140/RG.2.2.13356.77446.
- Bayha, M. K., Graham, W. M. (2014) Nonindigenous Marine Jellyfish: Invasiveness, Invasibility, and Impacts in Pitt K. A. and Lucas, C. H. (eds). *Jellyfish blooms*. Springer, Dordrecht, pp 45–77
- Berríos M. y Olivares J. 1996. Caracterización granulométrica y contenido de carbono orgánico de los sedimentos marinos superficiales, en el sistema de bahías de la IV Región. *Coquimbo. Cienc. Tecnol. Mar*, 19: 37-45.
- Cahuin, Sandra & Cubillos, Luis & Niquen, Miguel & Escribano, Ruben. (2009). Climatic regimes and the recruitment rate of anchoveta, *Engraulis ringens*, off Peru. *Estuarine Coastal and Shelf Science - ESTUAR COAST SHELF SCI*. 84. 591-597. 10.1016/j.ecss.2009.07.027.
- Cajaleon Calixto, C. C., & Concepcion Motta, D. R. (2018). Determinación de la concentración de arsénico y mercurio por espectrofotometría de absorción atómica en peces procedentes del mar de Huacho y Chorrillos. Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Camilli, R., Reddy, C. M., Yoerger, D. R., Van Mooy, B. A. S., Jakuba, M. V., Kinsey, J. C., ... & Daly, K. L. (2010). Tracking hydrocarbon plume transport and biodegradation at Deepwater Horizon. *Science*, 330(6001), 201-204.
- Camus, Patricio, Daroch, Karen y Opazo, L. (2008). Potential for omnivory and apparent intraguild predation in rocky intertidal herbivore assemblages from northern Chile. *Marine Ecology-progress Series - MAR ECOL-PROGR SER*. 361. 35-45. 10.3354/meps07421.
- Carbajal P. y Santamaría J. (2017). Guía ilustrada para reconocimiento de crustáceos braquiuros y anomuros con valor comercial del Perú. Lima, Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- Castañeda J, Carbajal W, Galán J, Gutiérrez M. (2007). Bioecología del bagre *Galeichthys peruvianus* en el mar del Perú. Período 1998-2004. Informe Inst Mar Perú 34(4): 295-307
- Castro, J., León, J., & Fernández, A. (2014). Diagnóstico de la pesquería artesanal en la bahía de Sechura, Perú. *Ciencia y tecnología del mar*, 37(1), 41-50.
- CENEPRED. 2013. Escenario de Riesgos ante el Fenómeno La Niña en la costa del Perú / Perú. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Lima: CENEPRED. Dirección de Gestión de Procesos, 2013. Av. Guardia Civil 922, San Isidro, Lima Perú
- Cerna, M. & Dyer, M. (2019). La pesca en Perú. International Collective in Support of Fish workers (ICSF).
- Chaigneau, A., Dominguez, N., Eldin, G., Vasquez, L., Flores, R., Grados, C., & Vincent, E. (2013). Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data. *Journal of Geophysical Research*. <https://doi.org/10.1002/jgrc.20328>
- Chirichigno, N., Cornejo, RM. (2001). Catalogo comentado de los peces marinos del Perú. Instituto del mar del Perú. Publicación especial. Callao-Perú: 314 pp.
- Chuan, M. C., Shu, G. Y., & Liu, J. C. (1996). Solubility of heavy metals in a contaminated soil: Effects of redox potential and pH. *Water, Air, and Soil Pollution*, 90(3), 543–556. <https://doi.org/10.1007/BF00282668>
- Contreras S y J, Castilla (1987) Feeding behaviour and morphological adaptations in two sympatric sea urchin species in central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 38: 217-224
- Cornejo, T., Morales, M., & Chacaltana, C. (2009). Distribución granulométrica y caracterización mineralógica de los sedimentos superficiales de la plataforma continental del Perú Septentrional entre los paralelos 7o30' y 11o30' sur. *Sociedad Geológica del Perú SGP*.
- Correa, D., Chamorro, A., & Tam, J. (2020). Clasificación pentadal de vientos frente a la costa Peruana. *Revista de Investigación de Física*, 23(3), 61-65.

Informe

- Correa, D., Tam, J., Pasapera, J., Saavedra, M., & Ingunza, A. (2008). Modelado de la circulación marina y descargas hipotéticas en la Bahía del Callao, Perú. (N.o 35; 3). Instituto del Mar del Perú. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/949>
- Costello, M. J., Sullivan, B., & Gifford, D. J. (2010). The economic value of *Chrysaora* jellyfish to the U.S. west coast ecosystem and fishery. *Marine Policy*, 34(4), 812-819.
- De Lucio L, Solano A, Rebaza V, Alfaro S, Tresierra A, Campos S. (2013). La Pesca artesanal marina en la Región La Libertad, Perú. *Inf Inst Mar Perú*. 40(1-2): 31-134.-
- Decker, M. B., Ciciel, K., Zavolokin, A., Lauth, R., Brodeur, R. D., Coyle, K. O. (2014). Population fluctuations of jellyfish in the Bering Sea and their ecological role in this productive shelf ecosystem. In: Pitt, K. A., Lucas, C. H. (eds) *Jellyfish blooms*. Springer, Dordrecht, pp 153–183.
- Delgado, C., Gomero, R., Salzwedel, H., Flores, L., & Carbajal, G. (1987). Sedimentos superficiales del margen continental peruano: Un Mapa textural. Instituto de Mar del Perú.
- Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). (2015). Derrotero de la Costa del Perú HIDRONAV.
- Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). (2019). Atlas Oceanográfico y Meteorológico del Mar Peruano.
- Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). (2020). Atlas Islas e Islotes del Mar Peruano.
- Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN). (2021). Bitácora Hidrográfica.
- Dora Luz Ávila, & Adriana Porres. (2021, junio). Análisis de los efectos del oleaje en la conformación de diferentes ambientes costeros. <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=533&IdBoletin=192>
- Dugan J, Hubbarda D. & Lastra M. (2000). Burrowing abilities and swash behavior of three crabs, *Emerita* analoga Stimpson, *Blepharipoda occidentalis* Randall, and *Lepidopa californica* Efford (Anomura, Hippoidea), of exposed sandy beaches. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 255: 229-245
- Dulvy N, Acuña E, Bustamante C, Herman K & Velez-Zuazo X. 2020. *Myliobatis peruvianus*. The IUCN Red List of Threatened Species (2020): e.T60126A124441708. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T60126A124441708.en>. Downloaded on 04 July 2021.
- Ecosistemas acuáticos marinos. Mares y Océanos. (s. f.). https://cidta.usal.es/cursos/biologia/modulos/Curso/uni_05/u5c1s3.htm#:~:text=Una%20primera%20zona%20que%20comprende,debajo%20de%20la%20marea%20baja.
- Ekau, W., Auel, H., Hagen, W., Koppelman, R., Wasmund, N., Bohata, K., Verheye, H. M. (2018). Pelagic key species and mechanisms driving energy flows in the northern Benguela upwelling ecosystem and their feedback into biogeochemical cycles. *Journal of Marine Systems*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.03.001>
- Erisman, B. & Craig, M.T. 2018. *Hyporthodus acanthistius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T132730A100569342. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T132730A100569342.en>. Accessed on 02 March 2023.
- Ersahin, S., Gunal, H., Kutlu, T., Yetgin, B., & Coban, S. (2006). Estimating specific surface area and cation exchange capacity in soils using fractal dimension of particle-size distribution. *Geoderma*, 136(3), 588–597. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2006.04.014>
- Espinoza P, Bertrand A, Van Der Lingen CD, Garrido S, Rojas de Mendiola B. (2009). Diet of sardine (*Sardinops sagax*) in the northern Humboldt Current system and comparison with the diets of clupeoids in this and other eastern boundary upwelling systems. *Progress in Oceanography* 83, 242-250
- Espinoza P, Bertrand A. (2008). Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current system. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 215-227.
- Espinoza, P. & Palma, L. (2018). Estado actual de las pesquerías peruanas y los desafíos para su sostenibilidad. *Revista de Investigación en Pesquería*, 21(2), 135-152.
- FES 2014, a new tidal model on the global ocean with enhanced accuracy in shallow seas and in the Arctic region, 5481 (2015) (testimony of L Carrere, F.H. Lyard, M Cancet, & A Guillot).
- Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter K, Niem V. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesac. Pacífico centro – oriental, II. FAO, Roma.pp.648-1200.
- Flores D, Tejada A, Sarmiento H, Muñoz R, Macalupú J. (2019). Línea Base del Sitio Piloto Punta San Juan: Recursos Pesqueros. *Inf Inst Mar Perú*. 46(1): 78-87.
- Flynn, B. A., Richardson, A. J., Brierley, A. S., Boyer, C. D., Axelsen, B. E., Scott, L., Moroff, N. E., Kainge, P. I., Tjizoo, B. M., Gibbons, M. J. (2012). Temporal and spatial patterns in the abundance of jellyfish in the northern Benguela upwelling ecosystem and their link to thwarted pelagic fishery recovery. *African Journal of Marine Science*, 34: 131–146.

- Fundación Patagonia Natural. (2013). El ambiente intermareal y sus especies. Área de Educación Ambiental. <https://www.sib.gob.ar/portal/wp-content/uploads/2020/02/cuadernillo-el-ambiente-intermareal-y-sus-especies.pdf>
- GCR. (2013). Estudio Oceanográfico de la Bahía del Callao- Ventanilla y Zonas de Influencia, Gerencia Regional De Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial.
- GEF-ONUDI-IMARPE-IFOP. (2002). Manejo Integrado Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt - Modulo I Productividad.
- Geomorfología Peruana. (2023). [Blog]. Mundo Geografía. <http://mundogeografiaa.blogspot.com/2012/03/geomorfologia-peruana.html>
- Gobierno Perú. (2019a, enero 1). Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1793027-reserva-nacional-sistema-de-islas-islotes-y-puntas-guaneras>
- Gobierno Perú. (2019b, enero 1). Zona Reservada Ancón. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1932980-zona-reservada-ancon>
- Gobierno Regional del Callao (GRC). 2013. Estudio Oceanográfico de la Bahía del Callao – Ventanilla y zonas de influencia. Gerencia Regional de planeamiento, presupuesto y acondicionamiento territorial. Oficina de acondicionamiento territorial.
- Gobierno Regional del Callao. (2011). Actualización de la Microzonificación Ecológica Económica de la Provincia Constitucional del Callao - 2011. Capítulo III. http://prototipo.regioncallao.gob.pe/contenidos/contenidosGRC/sitrcallao/assets/capituloiii_2011.pdf
- González A. (2012). Parámetros biológico-pesqueros y talla mínima de captura de *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes. *Inf Inst Mar Perú*. 39(1-2): 53-60.-
- González-Acuña, D., Cid, F., González-Wangüemert, M., & Canales-Aguirre, C. (2020). Coastal fisheries of the Pacific coast of South America: Current status and future prospects. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 30(2), 157-179.
- González-Pestana A, Kouri J. C and Velez-Zuazo X. (2014). Shark fisheries in the Southeast Pacific: A 61-year analysis from Peru [version 2; referees: 2 approved with reservations]. *F1000Research* (doi: 10.12688/f1000research.4412.2)
- Gou, M., Li, X., Li, S., Li, H., & Liu, J. (2021). An intelligent method based on feature fusion for detecting oil spills using underwater ROV images. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128018.
- Groove, J. S., D. Gerzon, M. D. Saa y C. Strang. (1986). Distribución y ecología de la familia Pomacentridae (Pisces) en las Islas Galápagos. *Revista de Biología Tropical* 34:127- 140.
- Hattori, A. y M. Casadevall. (2016). Sex Change Strategies and Group Structure of Damselfishes. 55-82 En: B. Frédérix y E. Parmentier (Eds). *Biology of Damselfishes*. CRC Press. New York, USA
- IFOP, (2020) reservados. <https://www.ifop.cl/macrouna/coleccion-de-species/bioindicadores/> Fecha de acceso 23-02-2023. Todos los derechos CHILE.
- IMARPE (2021). Regulación de pesquerías en el Perú. Instituto del Mar del Perú. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de <https://www.imarpe.gob.pe/imarpe/regulacion-de-pesquerias-en-el-peru/>
- IMARPE. (2021). Quiénes somos. Recuperado de <https://www.imarpe.pe/imarpe/quienes-somos/>
- IMARPE. (2009). Informe Interno anual del 2009 de la pesquería de demersales costero. Laboratorio costero de IMARPE Huanchaco. La Libertad.
- IMARPE. (2016). Evaluación de la pesquería de la corvina (*Menticirrhus undulatus*) en la zona norte del Perú. Informe Técnico N°01-2016-IMARPE.
- IMARPE. (2017). Anuario científico tecnológico IMARPE 2016. 274 pp.
- IMARPE. (2018). Evaluación pesquera y perspectiva de manejo de chita *Anisotremus scapularis* en el litoral peruano. Informe Interno. Inst. Mar. Perú. 19 p.
- IMARPE. (2019). Caballa. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/recursos_pesquerias/ Último acceso 2019-04-17.
- IMARPE. (2019). Jurel. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/recursos_pesquerias/adj_pelagi_adj_pelagi_jurel_mar07.pdf Último acceso 2019-04-17.
- IMARPE. (2021). Quiénes somos. Recuperado de <https://www.imarpe.pe/imarpe/quienes-somos/>
- IMARPE. (2023). Índice Costero El Niño (ICEN). http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=I0178030103000000000000
- IMARPE. (IMARPE). (2020). Evaluación del stock de anchoveta y otras especies asociadas en la zona norte-centro del Perú, 2019. Informe Técnico N° 188-2020-IMARPE. Lima, Perú.

- IMARPE. Centro Regional de Investigación Pesquera, Huacho - Lima Unidad de Investigaciones de Invertebrados Marinos, Sede Central. 2010. II. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la Región Lima entre Chancay y Cerro Azul.
- INDECI. (2007). Informe Final, Mapa de Peligros-Ciudad de Huacho. Equipo Técnico: Ing. José Veliz, Ing. José Huamán, Ing. Ricardo Ríos, Ing. Gilmar Contreras, Ing. Carmen Ventura. Programa Ciudades Sostenibles.
- INGEMMET. (1992). La Cuenca Cretácico Superior-Paleoceno del Perú Central: Un Metalotecto para la exploración de SMV.
- INGEMMET. (2020). Geología de la Plataforma Continental del Perú: Paralelos 03°30' y 14° 00' latitud Sur. Boletín Serie D: Estudios Regionales N°32.
- INGEMMET. (2021). Geología del cuadrángulo de Chancay. , Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000) N° 33.
- James AG and Findlay KP. (1989). Effect of particle size and concentration on feeding behaviour, selectivity and rates of food ingestion by Cape anchovy *Engraulis capensis*. *Marine Ecology Progress Series* 50: 275-294
- James AG. (1987). Feeding ecology, diet and field-based studies on feeding selectivity of the Cape anchovy *Engraulis capensis* Gilchrist. En Payne AIL, Gulland JA, Brink KH (Eds.) *The Benguela and comparable ecosystems*. *South African Journal of marine Science* 5: 673-692
- Jorgensen, B.B. (2006). The sulfur cycle of marine sediments. In: Schulz HD, Zabel M, eds. *Marine Geochemistry*. Springer Berlin Heidelberg; 2006: 271-309.
- Kiko R, Hauss H, Dengler M, Sommer S, Melzner F. (2015). The squat lobster *Pleuroncodes monodon* tolerates anoxic "dead zone" conditions off Peru. *Marine biology*. 162(9): 1913-1921.
- KNIP DM & RE SCHEIBLING (2007) Invertebrate fauna associated with kelp enhance reproductive output of green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 351: 150-159.
- Last PR, White WT, de Carvalho MR, Séret B, Stehmann MFW & Naylor GJP, (2016). *Rays of the world*. CSIRO Publishing, Comstock Publishing Associates. i-ix + 1-790.
- Loris, D. and J. Rucabado, (1990). Pomacentridae. p. 842-850. In J.C. Quéro, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2.
- Lyard, F. H., Allain, D. J., Cancet, M., Carrere, L., & Picot, N. (2021). FES2014 global ocean tide atlas: Design and performance. *Ocean Science*, 17(3), 615-649.
- Martínez-Torres, M., H. Reyes-Bonilla, F. J. Fernández-Rivera Melo, I. Sánchez-Alcántara, Medina M, Araya M, Vega C. (2004). Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*. 32(1): 33-47
- Medina M, Araya M, Vega C. (2004). Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Invest. Mar*. 32(1): 33-47.
- Mendo, J., Perea, J., & Flores, M. (2018). Pesquerías peruanas: situación y perspectivas. *Ciencia y tecnología pesquera*, 10(1), 47-58.
- Millán, Constanza, Díaz, Angie, Poulin, Elie, Merino-Yunnissi, Catalina, & Martínez, Andrea. (2019). Genetic diversity and demographic history of the endemic Southeastern Pacific sea urchin *Arbacia spatuligera* (Valenciennes 1846). *Gayana (Concepción)*, 83(2), 81-92. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382019000200081>
- MINAM. (2014). *Hacia una Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático*. Documento preliminar [en línea] http://www.bosques.gob.pe/archivo/enbcc_documento.pdf. (2014), Informe Nacional del Estado del Ambiente, 2012-2013, Lima.
- MINAM. (2015). *Regionalización y caracterización de sequías en el Perú* (Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Ministerio de Ambiente). Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de la Producción (2021). Sector pesquero y acuícola. Recuperado de <https://www.gob.pe/minproduccion>
- Ministerio de la Producción. (2019). Resolución Ministerial N° 333-2019-PRODUCE. Establecen veda temporal de la pesca de corvina (*Menticirrhus* spp.) en la región Tumbes.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Chancay 2008-2018*. Informe Final para Consulta y Exhibición Pública. Volumen A: Diagnostico Urbano.

Informe

- Ministerio del Ambiente (2021). Plan Nacional de Acción en Pesca y Acuicultura. Recuperado de <https://www.gob.pe/minam/acciones-y-programas/6223-plan-nacional-de-accion-en-pesca-y-acuicultura>
- Moscoso V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú. 27(1-2): 8-207. Disponible en: <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2190>
- Naciones Unidas-Noticias ONU. (2022). El triple episodio del fenómeno La Niña prolonga las sequías y las inundaciones. <https://news.un.org/es/story/2022/11/1517217>
- Navarrete, A. H., Camus, P. A., y Opazo, L. F. (2008). Variación ambiental y patrones dietarios del erizo negro *Tetrapygus niger* en costas intermareales rocosas del norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 81(3), 305-319.
- O. T. González-Cuellar y C. D. Morales-Portillo. (2014). Range extension of the blue and yellow damselfish *Chromis limbaughi* (Pomacentridae) to the norther Gulf of California, México. Marine Biodiversity Records 7:1-5. doi: 10.1017/S1755267214000281
- OCEANA. (2022). Estimación del valor en playa de la pesca costera artesanal de Ancón y Chancay. Contribución para un programa de compensación socioeconómica. https://peru.oceana.org/wp-content/uploads/sites/22/Informe_Ancon_y_Chancay.pdf
- Ochoa, N. y O. Gómez. (1997). Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. Bol. Inst. Mar Perú, Callao 16(2): 1-60.
- Olaechea, Pamela & Panéz, Juan & Gonzales Figueroa, Hugo. (2017). Desarrollo embrionario de *Tetrapygus niger* (Molina, 1782) “erizo negro” en diferentes temperaturas. Biotempo. 6. 27-31. 10.31381/biotempo. v6i0.879.
- Open University Course Team. (2002). Ocean Circulation (Second). The Open University.
- Palma Á, Ojeda P. (2002). Abundance, distribution and feeding patterns of a temperate reef fish in subtidal environments of the Chilean coast: the importance of understory algal turf.
- Paredes, F. y W. Elliot. (1997). Estudio biológico pesquero del “camaroncito rojo” o “múnida” *Pleuroncodes monodon* frente a Pucusana, Lima. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 57.
- Pinnegar, J.K. (2018). Why the damselfish *Chromis chromis* is a key species in the Mediterranean rocky littoral – a quantitative perspective. J Fish Biol, 92: 851-872. <https://doi.org/10.1111/jfb.13551>
- Purcell, J. E., Uye, S., & Lo, W. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. Marine Ecology Progress Series, 350, 153-174.
- Quiñones – Davila, J. (2019). Los Niños, Los Viejos, Las Medusas y su interacción climática ecológica y pesquera en el ecosistema norte de la Corriente de Humboldt, análisis de la medusa Scyphozoa *Chrysaora plocamia*. Universidad Nacional del Mar de del Plata. Tesis de grado. 208p.
- Ramos, C., Guzmán, E., Sarango, D., & Carbonel, C. (2017). Determinación del clima de olas en aguas profundas, frente a las costas del Perú mediante calibración de reanálisis numérico e información instrumental. Revista de Investigación de Física, 20. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/fisica/article/view/14510/12806>
- Reserva Nacional Islas, Islotes y Puntas Guaneras. (s. f.). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/proteccion-recursos-pesqueros/red-iberoamericana-de-reservas-marinas/peru/puntas-guaneras.aspx>
- Resolución Ministerial N° 275-2011-MINAM (2011). Declaran Zona Reservada Ancón ubicada en los distritos de Ancón y Puente Piedra, provincia y departamento de Lima. 28 de noviembre del 2011.
- Resolución Ministerial. (2011, noviembre 28). Establecimiento de la Zona Reservada de Ancón. REsolución Ministerial No 275-2011-MINAM. <https://legislacionanp.org.pe/establecimiento-de-la-zona-reservada-de-ancon/>
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C., & Gibbons, M. J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. Trends in Ecology & Evolution, 24(6), 312-322.
- Robertson D R y Allen. (2015). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Gerald R Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Rodríguez, S. (2003). Consumption of drift kelp by intertidal populations of the sea urchin *Tetrapygus niger* on the central Chilean coast: possible consequences at different ecological levels. Marine Ecology Progress Series 251: 141-151.
- Roux, J. P., Van der Lingen, C. D., Gibbons, M. J., Moroff, N. E., Shannon, L. J., Smith, A. D., Cury, P. M. (2013). Jellyfication of marine ecosystems as a likely consequence of overfishing small pelagic fishes: lessons from the Benguela. Bulletin of Marine Science, 89: 249–284.

Informe

- Salazar C, Ganoza F, Chacón G, Alarcón J, Barriga E, Huerto M, Rodríguez A, Macalupú J. (2015). Evaluación técnica de la red de encierre activada por buzos o bolichito de fondo. *Inf Inst Mar Perú* 42(3): 369-382.-
- Samame M., J. Castillo y A. Mendieta. 1985. Situación de las pesquerías demersales y los cambios durante "El Niño". En: *El Niño, su impacto en la fauna. Bol. Inst. Mar del Perú. Vol. Extraordinario. P. 153-158.*
- Samané M, Castillo J y Espino M. (1988). El tollo un recurso demersal, algunos aspectos de la biología y pesquería de *Mustelus whitneyi* Ch. En *Memorias del Simposio Internacional Sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Viña Del Mar 9-13. mayo 1988. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Rev. Pacífico Sur. (número especial), 313-325.*
- Sanchez Rivas, G., Blas Luna, N., & Chau Fernández, G. (2010). Informe Nacional sobre el Estado del Medio Ambiente Marino del Peru. Instituto de Mar del Perú.
- Santa Sofía. (2010). Estudio de Impacto Ambiental para el Diseño, Ejecución y Operación del Terminal Portuario de Ancón. ECSA Ingenieros.
- Schlosser, C., Streu, P., Frank, M., Lavik, G., Croot, P., Dengler, M., & Achterberg, E. (2018). H2S events in the Peruvian oxygen minimum zone facilitate enhanced dissolved Fe concentrations. *Scientific Reports*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30580-w>
- Schunck, H., Lavik, G., Desai, D. K., Großkopf, T., Kalvelage, T., Löscher, C. R., Paulmier, A., Contreras, S., Siegel, H., Holtappels, M., Rosenstiel, P., Schilhabel, M. B., Graco, M., Schmitz, R. A., Kuypers, M. M. M., & Laroche, J. (2013). Giant hydrogen sulfide plume in the oxygen minimum zone off Peru supports chemolithoautotrophy. *PloS One*, 8(8), e68661. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068661>
- Schwartzkopf, J. A., & Branch, T. A. (2014). Historical and contemporary dynamics of Peru's small-scale artisanal fishery: lessons for rebuilding depleted resources. *PloS one*, 9(3), e91224.
- Schweigger, E. (1964). *El Litoral Peruano* (2da ed.). Universidad Nacional Federico Villareal.
- SENAMHI. (2021). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.gob.pe/senamhi>
- SENAMHI. (2022). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.gob.pe/senamhi>
- SENAMHI. (2023). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- SERNANP. (2009). Expediente Técnico. 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, Período 2016-2020.
- SERNANP. (2019a). Expediente Técnico. Establecimiento de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras.
- SERNANP. (2019b). Zona Reservada de Ancón. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1932980-zona-reservada-ancon>
- SERNANP. (2022). Geovisor de Áreas Naturales Protegidas. <https://geo.sernanp.gob.pe/visorsernanp/>
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). 2009. Expediente Técnico. Establecimiento de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras. p. 144.
- Teske, A. y Nelson, D.C. (2006). The Genera *Desulfobacterium*, *Desulfobulbus*, *Desulfococcus*, *Desulfomonas*, *Desulfovibrio*, and *Desulfurella*. In: Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E, eds. *The Prokaryotes: Volume 4: Bacteria: Firmicutes, Cyanobacteria*. Springer New York; 2006: 961-976. doi: 10.1007/0-387-307
- Thiel M., E, Macaya., E, Acuña., W ,Arntz., Hbastías, K, Brokordt., Pa, Camus., Jccastilla, Lr, Castro, M , Cortés., Cp Dumont, R., Escribano, M., Fernández, Dalancellotti, Ja Gajardo, Cf Gaymer, Igómez, Ae González, He González, Pahaye, Je Illanes, JI Iriarte, G Luna-Jorquera, C Luxoro, Ph Manríquez, Vmarín, P Muñoz, Sa Navarrete, E Pérez,E Poulin, J Sellanes, A Sepúlveda, Wstotz, F Tala, A Thomas, Ca Vargas, Javásquez and A Vega.(2007). The Humboldt Current System of northern and central Chile: oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 45: 195-345.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2022). Los efectos de la Niña. <https://unamglobal.unam.mx/como-nos-afecta-el-fenomeno-de-la-nina/>
- Uribe R, Rubio J, Carbajal P, Berrú P. (2013). Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la Región Áncash, Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 28(1-2): 136-293.
- Valdivia, E. & Bardales, M. (2019). Perspectivas y desafíos para el desarrollo de la pesca artesanal en el Perú. *Revista Científica de Pesquería*

Informe

- Vegas, G.E. & G. Pequeño. (1993). Contribution to the biology of *Normanichthys crockery* Clark, 1937 (Osteichthyes, Scorpaeniformes). *Rev. Biol. Mar.* 28(1):1-36.
- Velazco Castillo Federico A. (2001). *Geología Marina y Ambiental del Área entre la Bahía del Callao y Ventanilla*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Vilchis LI, MJ Tegner, JD Moore, CS Friedman, KL Riser, TT Robbins & PK Dayton. (2005). Ocean warming effects on growth, reproduction, and survivorship of Southern California Abalone. *Ecological Applications* 15: 469-480.
- Viviani, C., A. Hiller & B. Werding. (2010). Swarming in open space in the rocky intertidal: a new population settlement strategy in the eastern Pacific porcellanid crab, *Allopetrolisthes punctatus* (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). *Crustaceana*, 83(4): 435-442.
- Walsh, P. (2009). Estudio de impacto ambiental para la perforación del Lote Z-35. [www.minem.gob.pe/minem/archivos/Entrega 2012 Resumen Ejecutivo Z- 36.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Entrega_2012_Resumen_Ejecutivo_Z-36.pdf)
- Wang, J., Zheng, L., Wei, W., Yu, J., Zhang, L., & Hu, J. (2019). Long-term ecological effects of oil spills: lessons learned from the Deepwater Horizon spill. *National Science Review*, 6(2), 269-278.
- White, H. K., Hsing, P. Y., Cho, W., Shank, T. M., Cordes, E. E., Quattrini, A. M., ... & Camilli, R. (2017). Impact of the Deepwater Horizon oil spill on a deep-water coral community in the Gulf of Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), E4434-E4443.
- WINDGURU. (2023). <https://www.windguru.cz>
- Zhang, J., Wang, J., Wei, W., Zheng, L., & Hu, J. (2018). Ecological effects and recovery after oil spills: A review. *Ecological Indicators*, 93, 509-517.
- Zheng, L., Zhang, J., Wei, W., Wang, J., Yu, J., & Hu, J. (2019). A review on oil spills and oil spill response technologies. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 37(5), 1215-1233.
- Zuta, S., & Guillen, O. (1970). *Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú* (Boletín IMARPE vol. 2 n°5, 1970 pp. 157-324). IMARPE. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/949>

10. ANEXOS

Para la revisión de los Anexos, se ha creado un sharepoint para compartir la información contenida en los siguientes Anexos. La ruta de acceso es https://theermgroup.sharepoint.com/:f:/s/ec-0607973-cn0oc-seabed-monitoring/EI2NSvorHV5Nvl1csYYV_mcBLES7c5O0dgpMo2G_uplveg?e=jt79Nk

Nota: Los emails con acceso a la ruta de los anexos, son los emails del personal que participo en la reunión del 25 de julio del 2022. (zsoto@produce.gob.pe, emayo@produce.gob.pe, golivera@produce.gob.pe, tlopeze@sernanp.gob.pe, mtamara@sernanp.gob.pe, llaguna@produce.gob.pe, csegovia@sernanp.gob.pe, gpozo@sernanp.gob.pe, mvillalba@sernanp.gob.pe, mzapana@sernanp.gob.pe, rcastillo@sernanp.gob.pe, mzapana@sernanp.gob.pe).

Para acceder a los Anexos, ingrese la dirección de correo y posteriormente recibirá un código de comprobación.

ANEXO 1 COORDINACIÓN CON AUTORIDADES

ANEXO 2 PLAN DE TRABAJO MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

ANEXO 3 ACREDITACIONES Y PROCEDIMIENTOS LAB

ANEXO 4 CADENAS DE CUSTODIA

ANEXO 5 FOTOLOG CAMPO

ANEXO 6 VIDEOS Y FORMATO ROV

ANEXO 7 REPORTES DE ENSAYO

ANEXO 8 BIOLÓGICO

ANEXO 9 FISICOQUÍMICO

ANEXO 10 FOTOLOG LABORATORIO

ANEXO 11 REPORTE CTD

ANEXO 12 CARTOGRAFÍA

ANEXO 13 SOPORTE – ESTACIONES CANCELADAS

ANEXO 14 SOPORTE – CIERRE DE PUERTOS

ERM cuenta con más de 160 oficinas en los siguientes países y territorios del mundo

Argentina	Países Bajos
Australia	Nueva Zelanda
Bélgica	Noruega
Brasil	Panamá
Canadá	Perú
Chile	Polonia
China	Portugal
Colombia	Romania
Francia	Senegal
Alemania	Singapur
Ghana	Sudáfrica
Guyana	Corea del Sur
Hong Kong	España
India	Suecia
Indonesia	Suiza
Irlanda	Taiwán
Italia	Tanzania
Japón	Tailandia
Kazakstán	EAU
Kenia	Reino Unido
Malaysia	Estados Unidos
México	Vietnam
Mozambique	
Myanmar	

ERM PERU S.A

www.erm.com