INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 43, Número 2

Abril - Junio 2016
Callao, Perú

CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS APTAS PARA DESARROLLO ACUÍCOLA EN LAS REGIONES LAMBAYEQUE Y LA LIBERTAD

CHARACTERIZATION OF APPROPRIATE AREAS FOR AQUACULTURE DEVELOPMENT IN LAMBAYEQUE Y LA LIBERTAD REGIONS

Víctor Rebaza[1] *Jorge Llanos*[1] *Jaime De La Cruz*[2] *Santos Alfaro*[1]
Javier Castro[2] *Amado Solano*[1] *Paquita Ramírez*[2] *Martín Campos*[1]
David Torres[2] *Luis De Lucio*[1] *Julio Galán*[2] *Dennis Atoche*[1]

RESUMEN

Rebaza V, Llanos J, De La Cruz J, Alfaro S, Castro J, Solano A, Ramírez P, Campos M, Torres D, De Lucio L, Galán J, Atoche D. 2016. *Caracterización de áreas aptas para desarrollo acuícola en la Regiones Lambayeque y La Libertad. Inf Inst Mar del Perú. 43(2): 191-209.-* El Instituto del Mar del Perú IMARPE y la empresa privada Moche Energy S.A.C., firmaron en el 2013 un Convenio de cooperación para desarrollar el proyecto "Determinación y caracterización de áreas marinas aptas para el desarrollo acuícola y/o repoblamiento en el litoral de las Regiones Lambayeque y La Libertad". En el marco de dicho proyecto, se ejecutaron tres prospecciones en la zona costera e insular de las regiones Lambayeque y La Libertad. Se determinó que tres zonas en la Región Lambayeque son aptas para el desarrollo de la acuicultura y/o repoblamiento de la macroalga *Gracilariopsis lemaneiformis* "pelillo" en Playa La Punta; *Argopecten purpuratus* concha de abanico y *Semimytilus algosus* chorito en Chérrepe-Lagunas y en la parte norte de los islotes principales que constituyen las islas Lobos de Afuera. En la Región La Libertad, Salaverry, Paiján, isla Macabí y Pacasmayo calificaron como aptas, para la acuicultura de *Pattalus mollis* pepino de mar, *Argopecten purpuratus* concha de abanico, y de *Chondracanthus chamissoi* yuyo. El área de Huanchaco se detectó no apta para estas actividades.
Palabras clave: Aptitud acuícola, zona marina y costera

ABSTRACT

Rebaza V, Llanos J, De La Cruz J, Alfaro S, Castro J, Solano A, Ramírez P, Campos M, Torres D, De Lucio L, Galán J, Atoche D. 2016. *Characterization of appropriate areas for aquaculture development in Lambayeque y La Libertad Regions. Inf Inst Mar Perú. 43(2): 191-209.-* The Instituto del Mar del Peru IMARPE and private enterprise Moche Energy SAC signed in 2013 a cooperation agreement to develop the project "Identification and characterization of suitable marine areas for aquaculture development and/or repopulation on the coast of Lambayeque and La Libertad Regions". As part of this project, three surveys were carried out in the coastal and insular area of Lambayeque and La Libertad regions. It was determined that three areas in Lambayeque region are suitable for aquaculture development and/or repopulation of the macroalgae *Gracilariopsis lemaneiformis* in Playa La Punta; *Argopecten purpuratus* scallops and *Semimytilus algosus* mussels in Chérrepe-Lagunas and in the northern part of the main islands that make up the Lobos de Afuera islands. In La Libertad region, Salaverry, Paiján, Macabi Island and Pacasmayo was rated as suitable for aquaculture of sea cucumber *Pattalus mollis*, scallops *Argopecten purpuratus*, and yuyo *Chondracanthus chamissoi*. Instead, Huanchaco area was detected unsuitable for these activities.
Keywords: Aquaculture ability, marine and coastal area

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto del Mar del Perú-IMARPE, ente técnico del Ministerio de la Producción, y la empresa Moche Energy SAC., firmaron en el 2013 un Convenio Interinstitucional, acordando ejecutar el Proyecto "Determinación y caracterización de áreas marinas aptas para el desarrollo acuícola y/o repoblamiento en el litoral de las Regiones Lambayeque y La Libertad".

Para la selección de las áreas de estudio y de acuerdo con la norma nacional vigente, se excluyeron áreas reconocidas legalmente como "Bancos naturales de invertebrados marinos", "Áreas naturales protegidas" y "Zonas de pesca artesanal". Asimismo, por la importancia e influencia directa se actualizó la información de áreas que ya contaban con habilitación para el desarrollo acuícola.

Las áreas seleccionadas en Lambayeque fueron Chérrepe-Lagunas, playa La Punta y las islas Lobos de Afuera; en La Libertad fueron Punta Chérrepe, Pacasmayo, Paiján, Huanchaco, Salaverry y la isla Macabí.

El objetivo fue identificar lugares potenciales para el desarrollo de la maricultura y/o repoblamiento de especies marinas, en áreas seleccionadas en cada una de las regiones. Con la información obtenida se podrá implementar programas de desarrollo acuícola y/o de repoblamiento, en áreas propicias para realizar la maricultura de recursos hidrobiológicos locales, con especial enfoque en concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y pelillo (*Gracilariopsis lemaneiformis*).

1 IMARPE Huanchaco. Av. La Ribera 805, Huanchaco, La Libertad. vrebaza@imarpe.gob.pe
2 IMARPE Santa Rosa

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se efectuaron prospecciones (muestreos de campo) entre octubre 2013 y agosto 2014, para conocer las condiciones ambientales de cada área y se evaluaron indicadores de calidad de agua y sedimento marino, morfobatimetría, dinámica costera, facilidades de infraestructura y aspectos socioeconómicos; estas prospecciones se efectuaron en tres etapas, la primera se llevó a cabo en octubre 2013, la segunda en abril 2014 y la tercera en agosto 2014.

La obtención de muestras, en la parte intermareal y submareal, para la caracterización física y biológica de cada área, se realizó mediante buceo semiautónomo, a bordo de la embarcación Señor de Sipán en Lambayeque y la embarcación alquilada "MALQUI" PM-23309-EM en La Libertad, participando personal científico de cada sede y buzos. Se registraron valores in situ y/o tomaron muestras de agua, sedimento y organismos para su análisis en laboratorio.

Los análisis y procesamiento de muestras se efectuaron en los laboratorios de oceanografía y biología de las Sedes Santa Rosa y Huanchaco, así como en los laboratorios de oceanografía y microbiología de la Sede Central del IMARPE. Con los resultados, se aplicó la metodología para caracterizar y determinar las áreas marinas aptas para el desarrollo acuícola y/o repoblamiento en el litoral de las regiones involucradas en el estudio.

Para la navegación y la ubicación de las estaciones de muestreo se usó un sistema de navegación satelital (GPS), con coordenadas referidas al DATUM WGS 84 (World Geodetic System 84).

Los datos obtenidos fueron tabulados y procesados en hojas de cálculo Excel V.2010 (Microsoft, Inc.) PRIMER V.6,0 (Primer-E, Inc.) y SPSS V.12,0 (SPSS, Inc.) utilizando el software de interpolación Surfer V.11.0 (Golden Software, Inc.), para la representación geográfica de los resultados.

Aspectos oceanográficos

Para la colecta de muestras de agua en la superficie del mar, se utilizó un balde de plástico de 12 L de capacidad y para el nivel de fondo una botella Niskin de 5 L de capacidad. La toma de muestras se realizó siguiendo los protocolos de muestreo del IMARPE.

La temperatura superficial, se registró con un termómetro simple, con rango de -8 a +32 °C con escala de división de 0,1 °C; la temperatura de fondo se registró con un termómetro de inversión, con rango de -2 a +32 °C y con escala de división de 0,1 °C.

La determinación de salinidad tanto en superficie como en fondo, se realizaron por inducción, empleando el salinómetro Portasal Guildline 8410A.

Las concentraciones de oxígeno disuelto, en superficie y fondo, fueron determinadas por titulación in situ, según la metodología de Winkler, modificada por Carrit y Carpenter (1966).

Las muestras de nutrientes (Fosfatos, Silicatos, Nitratos y Nitritos), fueron analizadas mediante determinación colorimétrica, según metodología descrita en Strickland y Parsons (1972).

Para la determinación de clorofila-a se empleó el método fluorométrico Holm Hansen (1965).

La medición de corrientes marinas se efectuó con un correntómetro electrónico Aandera RCM 9 - 215, y se aplicó el método Euleriano, que consiste en la medición del flujo de la corriente que discurre a través de un punto fijo. El equipo fue programado para la toma de información cada minuto y por un tiempo de 6 minutos por nivel de profundidad.

Las muestras de fitoplancton superficial fueron obtenidas con red estándar de 75 micras de abertura de malla, mediante arrastres horizontales a nivel sub-superficial durante 5 minutos, a 3 nudos de velocidad. Las muestras se preservaron en solución de formaldehido al 2%, siguiendo la metodología descrita en Throndsen (1978) y UNESCO (1981).

Mediante análisis semicuantitativos, se determinaron los volúmenes, distribución, composición y abundancia de plancton. Los volúmenes fueron obtenidos por el método de centrifugación a 2400 rpm durante 5 minutos y los resultados se expresan en mililitros por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m^3).

Para el análisis de zooplancton se siguió la metodología empleada por Santander et al. (1981) y Ayón (1999) en las prospecciones oceanográficas. Las muestras fueron tomadas mediante arrastres horizontales, usando red tipo WP2 de 300 micras de abertura de malla y con velocidad de 3 nudos.

Las estaciones de muestreo para determinar la biodiversidad fueron las mismas que para la determinación de sustratos. En cada una de ellas, se procedió a colectar muestras de todos los organismos contenidos dentro de un marco de 1 m^2, por triplicado (tres réplicas). Estas fueron extraídas, izadas a bordo y colectadas para su posterior análisis biológico. En el caso de las macroalgas pardas *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis* spp., el análisis biométrico y biológico se realizó a bordo.

La densidad (número de individuos por m^2) y biomasa (peso húmedo expresado en gramos por m^2), fueron determinadas para los organismos de importancia comercial; para los organismos no comerciales y la flora y fauna acompañantes, sólo se registró densidad.

Las muestras de sedimento para determinar la macrofauna bentónica, fueron colectadas con una draga tipo van Veen de 0,05 m^2 de superficie de colecta, tomándose una réplica por estación. El contenido fue tamizado a través de una bolsa tamiz de malla tipo Nytal-500 μ de abertura y preservado en frascos con formol al 10%, teñido con rosa de bengala y neutralizado con bórax como neutralizador o tampón.

La densidad (número de individuos por 0,05 m^2) y la biomasa (peso húmedo expresado en gramos por 0,05 m^2) de los organismos macrobentónicos se ponderaron al metro cuadrado. La estructura comunitaria es descrita teniendo en cuenta la densidad, biomasa y número de especies por estación de muestreo.

La abundancia de especies por estación de muestreo fue utilizada para calcular el índice de diversidad de Shannon y Wiener (H') y el índice de equidad o uniformidad (J´) de Pielou, calculados usando Log2 (base 2).

Calidad del agua

Las muestras de agua de mar para la cuantificación de coliformes totales y coliformes termotolerables, se analizaron con el método de Tubos Múltiples (Número Más Probable) según el Standard Methods for Examination of Waters (1995).

La determinación de la demanda bioquímica de oxígeno DBO_5 se realizó empleando el método APHA-AWWA-WEF, SM, 20TH Ed., 1998. Method 5210 B. Biochemical oxygen demand (BOD) 5-day BOD test.

La determinación gravimétrica de sólidos suspendidos totales, se realizó mediante el método APHA-AWWA-WEF, SM, 20TH Ed., 1998. Method 2540 D. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.

Con la finalidad de determinar el nivel de concentración de Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), se realizó la colecta de muestras en sedimentos superficiales en la zona submareal. Los análisis estuvieron a cargo de la empresa SGS del Perú SAC, que cuenta con un Laboratorio de Ensayo acreditado por el Servicio Peruano de Acreditación del INDECOPI. La metodología analítica para la determinación de trazas de metales fue EPA 200.8: 1994 Rev 5.4 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry.

Morfología de playas y granulometría

Se caracterizaron nueve playas a lo largo de la zonas de estudio, una en la Región Lambayeque y ocho (8) en la Región La Libertad utilizando como base el estudio de Salvat (1964, 1967) quien propuso una zonación basada completamente en factores físicos, la cual fue subsecuentemente ratificada por Pollock y Hummon (1971) y Mclachlan (1980) para el ambiente intersticial de playas de arena.

Para el análisis granulométrico, en la zona intermareal las muestras fueron obtenidas utilizando el cilindro Penchaszadeh; mientras que para la zona submareal las muestras de sedimentos se obtuvieron empleando la draga Van Veen.

Las muestras obtenidas (500 g aproximadamente), se guardaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas para su análisis en el laboratorio; las muestras fueron secadas a temperatura ambiente, se seleccionaron 200 g de cada muestra para tamizarlas en un juego de 6 tamices marca RETSCH GmbH. El tamaño de malla de los tamices fue de 2; 1; 0,50; 0,250; 0,125 y 0,063 mm. El peso total (g) de la muestra y el peso parcial (g) retenido en cada uno de los tamices se determinaron con una balanza analítica de sensibilidad 0,001g.

Aspectos socioeconómicos

Para obtener información de los aspectos socioeconómicos más importantes de las poblaciones aledañas a las áreas seleccionadas, se aplicaron encuestas a los pobladores, y se revisó la información con la que cuenta el IMARPE y el INEI. En las encuestas (Ver Anexo) también se tuvo en cuenta la existencia o no de facilidades de infraestructura para la actividad acuícola.

Análisis de aptitud

El análisis de los resultados obtenidos durante las 3 prospecciones, se efectuó siguiendo los indicadores de la calidad del agua a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (DS. 002-2008.MINAN) para la Categoría 2 Actividades Marino Costeras (ECA), mientras que, ante la ausencia de norma nacional para la calidad de sedimentos, se eligió a los Niveles Guías vigentes en Canadá: Canada Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Para determinar la aptitud acuícola de las áreas identificadas como aptas, se construyó la matriz de causa efecto cuantitativa basada en la metodología referida en la Matriz "Batelle Columbus" (Estevan 1984) de cinco factores (calidad ambiental, morfobatimetría, dinámica costera, facilidades de infraestructura y aspectos socioeconómicos) que resumen los parámetros correspondientes.

Cada parámetro se clasificó dentro de tres niveles de compatibilidad (óptimo, moderado y no compatible) con los requerimientos para la actividad acuícola, tomando como base los valores del ECA - agua y de la Guía canadiense de la calidad de sedimentos, así como otros estudios realizados en el tema de aptitud acuícola de áreas marino-costeras. A cada nivel de compatibilidad se le otorgó la siguiente ponderación (niveles de compatibilidad): 3 (óptimo), 2 (moderado) y 1 (no compatible) (Tabla 1).

Para clasificar a las áreas como aptas y no aptas se estableció un puntaje en un rango de 0 a 10. Por lo tanto aquellas con puntaje mayor a 5,5 son consideradas como áreas aptas. Para cada factor de acuerdo a su importancia para el cultivo y/o repoblamiento, se asignó un puntaje parcial (Peso), cuya suma o puntaje total es 10 (Tablas 1, 2).

Tabla 1.- Matriz para la determinación de aptitud acuícola

Factor	Puntaje parcial		Parámetros		Optimo = 3	Moderado = 2	No Compatible =1
Calidad Ambiental	4	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	< 0,1	0,1 - 1	> 1,0
			DBO5	mg/L	< 4,0	4,0 - 10,0	> 10
			Oxigeno Disuelto	mg/L	> 4,0	4,0 - 2,5	< 2,5
			pH	unidad	7,0 -8,0	6,8 -6,9 y 8,1 -8,5	< 6,8 y > 8,5
			Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	< 30	30- 70	> 70
			Temperatura	°C	< Δ 1,5	Δ 1,5 a 3	> Δ 3
			Fosfatos	mg/L	0,03 - 0,09	0,02 - 0,03 y 0,09 - 0,10	< 0,02 y > 0,10
			Nitratos	mg/L	0,07 - 0,28	0,03 - 0,07 y 0,28 - 0,45	< 0,03 y > 0,45
			Silicatos	mg/L	0,14 - 0,70	0,07 - 0,14 y 0,70 - 1,45	< 0,07 y > 1,45
			Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 14	14 - 30	> 30
			Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 14	14 - 30	> 30
			Salinidad	UPS	34,8 - 35,1	34,4 - 34,8 y 35,1 - 35,3	< 34,4 y > 35,3
		Sedimento	MOT	%	< 3	3 - 5	> 5
			granulometría	mm	> 2	2 - 0,63	< 0,63
			Arsenico	mg/Kg	< 7,24	7,24 - 41,6	> 41,6
			Cadmio	mg/Kg	< 0,7	0,7 - 4,20	> 4,20
			Cobre	mg/Kg	< 18,7	18,7 - 108	> 108
			Mercurio	mg/Kg	< 0,13	0,13 - 0,70	> 0,70
			Plomo	mg/Kg	< 30,2	30,2 - 112	>112
			Zinc	mg/Kg	< 124	124 - 271	> 271
		Biológico	Bentos	bits/ind	> 3	3 - 2	< 2
Morfobatimetria	1	Superficie	----------	ha	> 1000	1000 - 100	< 100
		Profundidad	Cultivo Suspendido	m	25 -20	19 -15	< 15
			Cultivo de Fondo	m	< 4	4 -6	> 6
Dinamica costera	3,25	Corrientes	----------	cm/s	5 -15	16 - 30	> 30
		Altura de ola	----------	m	< 1	1.1 - 1.5	> 1.5
Facilidad de infraestructura	1	Accesibilidad	----------	----------	Carretera asfaltada	Trocha	No disponible
		Facilidades de embarque	----------	----------	Muelle	Varadero	No disponible
		Servicios básicos	----------	----------	Energía , Agua y Desague	Agua	No disponible
		Uso pesquero	----------	----------	Sin Uso	Eventual	Permanente
Aspectos socieconomicos	0,75	Nivel de Organización	----------	----------	Activos	Inactivos	Sin Organización
		Nivel de pobreza*	----------	----------	Extrema	Pobre	No Pobres
Puntaje total	10						

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito

Tabla 2.- Peso, ponderación y límites de aptitud acuícola

Factor	Peso	Ponderación		Aptitud
Calidad ambiental	4	3	0,191	≥5,5 Apto
		2	0,127	
		1	0,064	
Morfobatimetría	1	3	0,333	
		2	0,222	
		1	0,111	
Dinámica costera	3,25	3	1,625	
		2	1,083	
		1	0,541	
Facilidades de infraestructura	1	3	0,250	≤5,5 No apto
		2	0,167	
		1	0,083	
Aspectos socioeconómicos	0,75	3	0,375	
		2	0,250	
		1	0,125	
Total	10			

3. RESULTADOS

Región Lambayeque

Las áreas estudiadas en la Región Lambayeque fueron la concesión Chérrepe - Lagunas, playa La Punta e islas Lobos de Afuera; la primera fue evaluada en la zona submareal, la segunda en la zona intermareal, y la tercera en ambas zonas: submareal e intermareal. Estas áreas se localizan frente a la provincia de Chiclayo entre los paralelos 6°54′ (Lobos de Afuera) y 7°11′ (límite norte de La Libertad) (Fig. 1).

El área propuesta para maricultura en Chérrepe - Lagunas tiene una extensión de 7.800 hectáreas y está delimitada por 6 vértices (Tabla 3, Fig. 2). En esta área se establecieron 21 estaciones de muestreo, donde se colectaron muestras para la caracterización oceanográfica y calidad ambiental. Las profundidades de muestreo fluctuaron entre 8 y 20 m, encontrándose más del 50% de estaciones por debajo de los 15 m de profundidad.

La Punta es una playa ubicada al norte de la caleta Chérrepe, que se caracteriza por presentar un sustrato de tipo arenoso. Tiene una extensión de 7 hectáreas. En esta área se establecieron 8 puntos de muestreo (Fig. 3).

La tercera área de estudio fue en las islas Lobos de Afuera. Este sistema insular se encuentra ubicado en los 06°55′42′′S y 80°42′38′′W, a 45 mn frente al litoral de Lambayeque. Esta formación insular está conformada por varios islotes, farallones y roquerías alrededor de dos islas principales separadas por un canal. El perímetro de las islas está caracterizado por acantilados altos, además de pequeñas playas de piedras, conchales, cantos rodados, macizos rocosos y en menor proporción de arena.

El fondo de los alrededores de las islas está caracterizado por arena gruesa, arena media y arena muy gruesa. En esta área se establecieron 24 estaciones de muestreo en profundidades entre 9 y 88 m (Fig. 4).

Tabla 3.- Delimitación del área para maricultura Chérrepe – Lagunas

Vértice	Longitud (w)	Latitud (S)
A	79°45'27"	7°03'38"
B	79°47'32"	7°05'01"
C	79°43'44"	7°10'59"
D	79°41'30"	7°09'30"
E	79°41'30"	7°08`00"
F	79°42'59"	7°05'21"

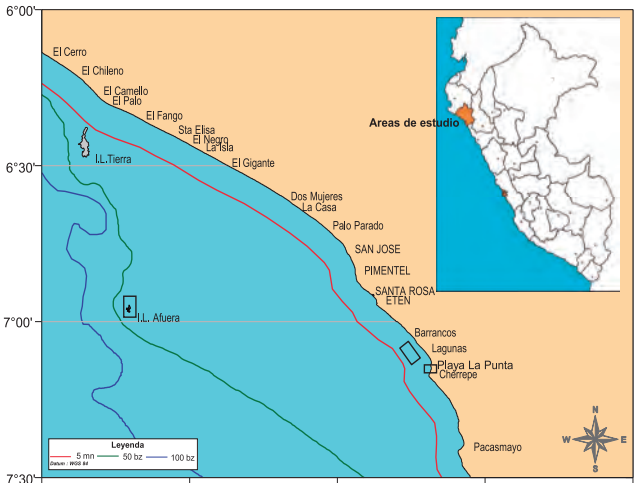

Figura 1.- Áreas seleccionadas para el estudio en la Región Lambayeque

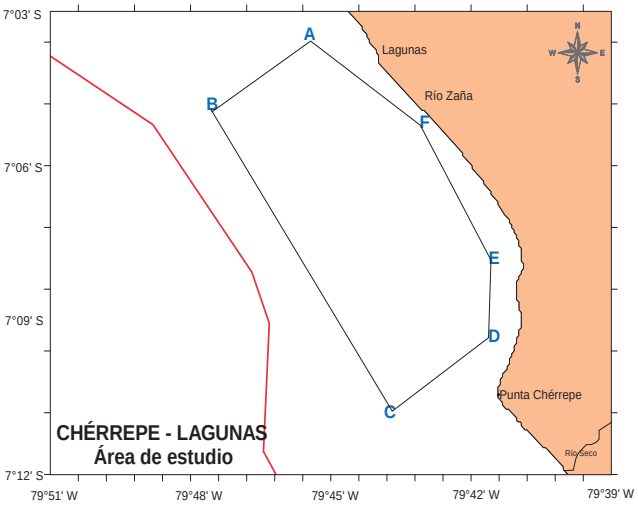

Figura 2.- Delimitación del área de estudio. Chérrepe-Lagunas

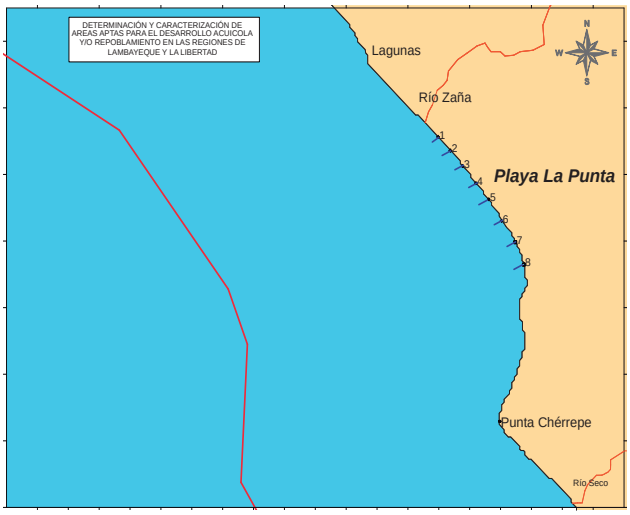

Figura 3.- Posiciones de estaciones hidrológicas y biológicas, Playa La Punta

Región La Libertad

Las áreas estudiadas en la Región La Libertad fueron Salaverry, Huanchaco, Paiján, isla Macabí y Pacasmayo; en la isla Macabí se evaluó la zona submareal, mientras que en las demás fueron las zonas submareal e intermareal. Estas áreas se localizan frente a las provincias de Trujillo, Ascope y Pacasmayo entre los paralelos 07°2'S (Pacasmayo) y 8°55'S (Salaverry) (Fig. 5).

Salaverry

La zona evaluada está situada a 19 km al sur del puerto de Salaverry yendo por la carretera Panamericana norte y a 4,5 km tomando un desvío por una trocha carrozable. Está compuesta en su parte media por playas donde predominan rocas moderadamente expuestas con canto rodado; mientras que en los extremos las playas son arenosas con pendientes suaves y planas presentando extensiones que van desde los 45 a 66 m de longitud, formando dunas con presencia de grama salada *Distichlis spicata*. En general, es una playa tipo intermedia disipativa, en la cual se da una pérdida moderada de la energía de la ola a medida que se aproxima a la orilla.

Los pescadores artesanales habitan en estructuras rústicas hechas de esteras con madera, no cuentan con servicios básicos (electricidad, agua, desagüe) ni infraestructura pesquera. Para el desarrollo de sus actividades pesqueras emplean el espinel y la extracción manual de orilla, ocasionalmente usan el caballito de totora para el tendido de sus redes, empleando la playa como varadero.

En la zona se determinó dos posibles áreas aptas para el cultivo: una en el intermareal delimitada por los puntos A y B, con una longitud aproximada de 7.408 m y ancho de 200 m, alcanzando un área de 148,2 ha y otra submareal delimitada por los vértices 1, 2, 3 y 4 que constituyeron 2.881,1 ha (Tabla 4, Fig. 6).

Tabla 4.- Vértices del área submareal e intermareal de Salaverry

Salaverry		
Submareal		
Longitud	Latitud	Vértice
78,969	8,280	1
78,929	8,338	2
78,954	8,358	3
78,954	8,301	4
Área (ha)		2881,1
Intermareal		
78,960	8,273	A
78,938	8,322	B
Área (ha)		148,2

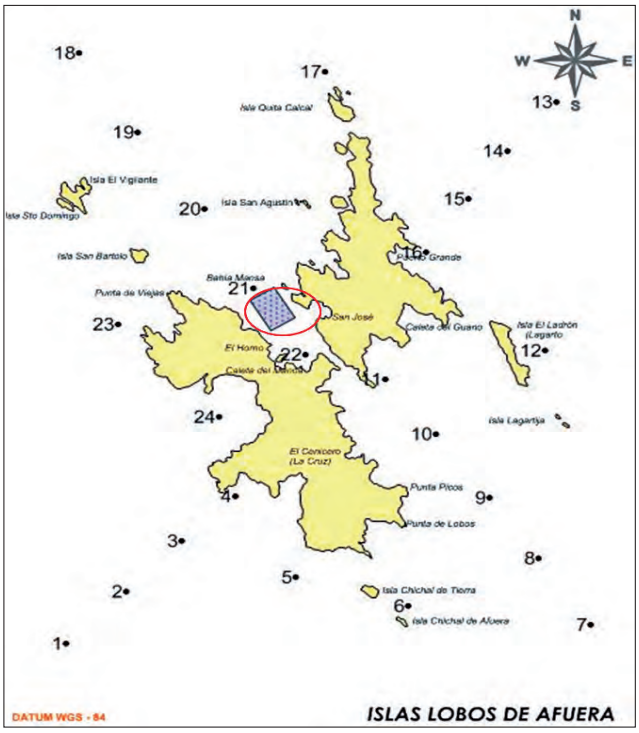

Figura 4.- Distribución de estaciones de muestreo y ubicación del área (círculo rojo) con potencial acuícola. Islas Lobos de Afuera

Figura 5.- Áreas seleccionadas para el estudio en la Región La Libertad

Paiján

La zona evaluada está situada a 14 km de la ciudad de Paiján, llegándose por una trocha carrozable desde la carretera Panamericana; está compuesta en su parte media por playas donde predominan rocas sedimentarias, detríticas, conglomeradas y canto

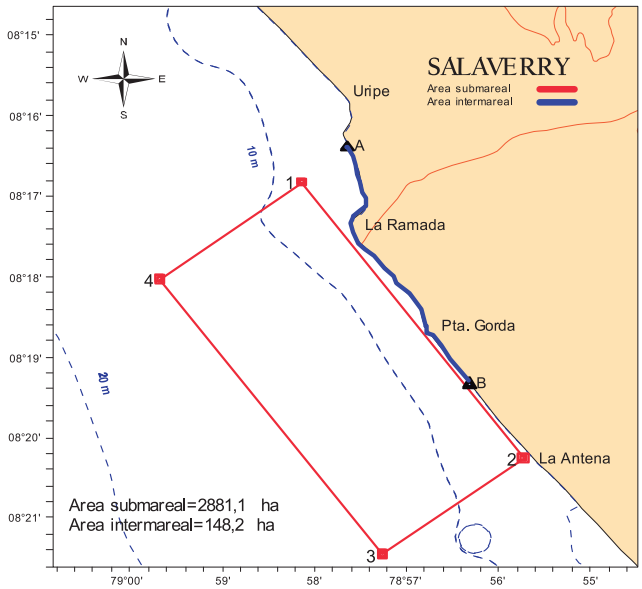

Figura 6.- Carta de delimitación de áreas aptas en Salaverry

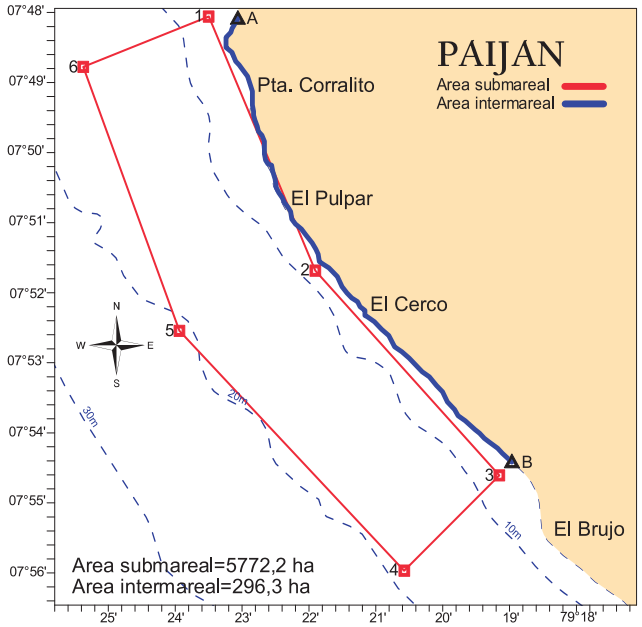

Figura 7.- Carta de delimitación de áreas aptas en Paiján

Tabla 5.- Vértices de las áreas aptas de Paiján

Vértice	Latitud	Longitud
	Submareal	
1	-7,801	-79,392
2	-7,861	-79,365
3	-7,910	-79,319
4	-7,933	-79,343
5	-7,876	-79,399
6	-7,813	-79,423
	Área (ha) 5.772,2	
	Intermareal	
A	-7,802	-79,384
B	-7,907	-79,316
	Área (ha) 296,3	

rodado, con incrustaciones de tubos de poliquetos; en los extremos presenta un piso litoral sedimentario arenoso mezclado con cantos rodados con pendientes suaves y planas, con extensiones que van desde los 20 a 61 m de longitud, formando dunas con presencia de grama salada *Distichlis spicata*. Es una playa tipo intermedia disipativa, se da una pérdida moderada de la energía de la ola a medida que se aproxima a la orilla.

Los pescadores y extractores artesanales de orilla que operan en esa zona no son residentes, cuentan para su transporte con vehículos motorizados de dos (moto lineal) o tres ruedas (motocar). No cuentan con servicios básicos (electricidad, agua, desagüe) ni con infraestructura pesquera.

Para el desarrollo de sus actividades pesqueras emplean espineles de orilla, la extracción manual mediante el buceo de apnea y ocasionalmente el uso de caballito de totora o cámaras de llanta para el tendido de sus redes, usando la playa como varadero.

En la zona se determinó dos posibles áreas aptas para cultivo: una en el intermareal (puntos A y B) con longitud aproximada de 14.896 m y de ancho 200 m, alcanzando un área de 296,3 ha y otra submareal delimitada por los vértices 1, 2, 3 y 4 que constituyen 5.772,2 ha (Tabla 5, Fig. 7).

Pacasmayo

La zona evaluada está situada a 3 km al sur de la ciudad de San Pedro de Lloc, por la carretera Panamericana norte y a 10 km tomando un desvío por una carretera asfaltada. Está compuesta por un piso litoral sedimentario arenoso, mezclado con cantos rodados; presenta pendiente moderada al norte y pendiente suave y plana al sur, con extensiones que van desde los 31 a 49 m de longitud formando dunas con presencia de grama salada *Distichlis spicata*. Es una playa tipo disipativa, tiene pérdida moderada de la energía de ola a medida que se aproxima a la orilla.

Los pescadores y extractores artesanales de orilla, se movilizan mediante vehículos motorizados de dos o tres ruedas y no cuentan con infraestructura pesquera. Emplean espinel de orilla, extracción manual mediante el buceo de apnea y ocasionalmente usan el caballito de totora o cámaras de llanta para el tendido de sus redes, empleando la playa como varadero.

Existen asentamientos humanos en la zona de Puémape y El Milagro, cercanos al lugar dónde operan los pescadores, con casas de material noble y adobe, contando con servicio eléctrico pero sin agua ni desagüe.

En la zona se determinó cuatro posibles áreas aptas para el cultivo: 2 intermareales, frente a Santa Elena y Urricape (vértices A y B), una de aproximadamente 7.408 m de longitud y 200 m ancho, que da un área de 148,9 ha; y otra de 1.852 m por 200 m de ancho, alcanzando un área de 37,0 ha; y dos submareales (al norte y sur) delimitadas por los vértices 1, 2, 3 y 4, que constituyeron un área de 2.743,9 ha y 2.057,9 ha, respectivamente (Tabla 6, Fig. 8).

Isla Macabí

Se ubica al noreste de Puerto Malabrigo a 6,5 mn de la costa; está conformada por dos sub unidades, presentan longitud de 0,07 mn y 0,14 mn, respectivamente, tienen orientación de norte a sur y entre ellas discurre un canal angosto. Ambas partes están unidas por un puente. La máxima altura de la isla Macabí es de 30 m y el área total es 6,5 ha. Su periferia presenta profundidades variables de 5 a 40 m, el área más profunda está al extremo noreste de las islas. El fondo presenta rocas, canto rodado, arena fina y compacta con restos de conchuelas. Los acantilados están habitados por aves guaneras, la plataforma está habitada por lobos, pingüinos, piqueros y pelícanos; además existen cuevas habitadas por pingüinos, guanayes y chuitas.

Hay presencia de personal guarda islas (AGRORURAL) que realiza actividades de control y vigilancia para la protección de las aves y de la extracción del guano, llegan pescadores artesanales que emplean anzuelos, redes y buceo semiautónomo en embarcaciones acondicionadas para cada actividad, el muelle de Puerto Malabrigo es el lugar de atraque. El área para posible cultivo está delimitada por los vértices 1, 2, 3 y 4 que constituyen 171,5 ha (Tabla 7, Fig. 9).

Tabla 6.- Vértices del área apta de Pacasmayo

Vértice	Latitud	Longitud
	El Milagro - Puémape	
	Submareal	
1	-7,452	- 79,584
2	-7,524	- 79,543
3	-7,541	- 79,574
4	-7,468	- 79,615
	Área (ha) 2743,9	
	Intermareal	
A	-7,453	- 79,578
B	-7,524	- 79,541
	Área (ha) 148,9	
	Urricape	
	Submareal	
1	-7,543	- 79,524
2	-7,584	- 79,495
3	-7,603	- 79,522
4	-7,562	- 79,552
	Área (ha) 2057,9	
	Intermareal	
A	-7,587	- 79,490
B	-7,570	- 79,499
	Área (ha) 37	

Tabla 7. Vértices del área apta en la isla Macabí

Vértice	Latitud	Longitud
	Submareal	
1	-7,802	- 79,494
2	-7,818	- 79,487
3	-7,821	- 79,495
4	-7,805	- 79,501
	Área (ha) 171,5	

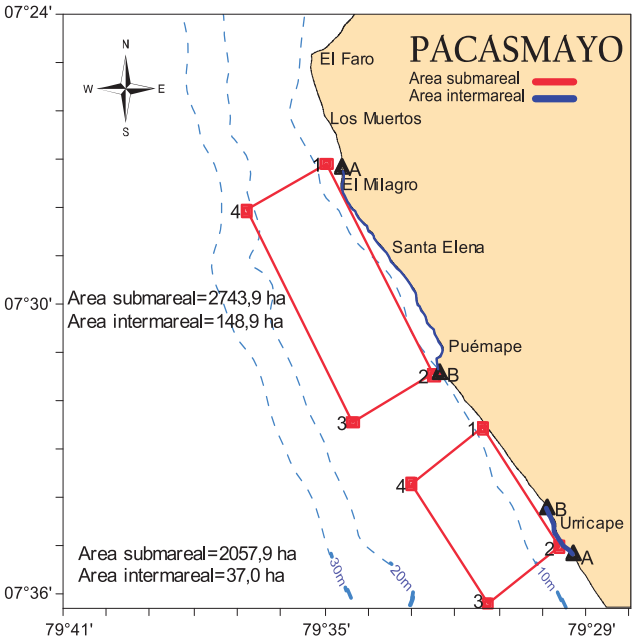

Figura 8.- Carta de delimitación de áreas aptas en Pacasmayo

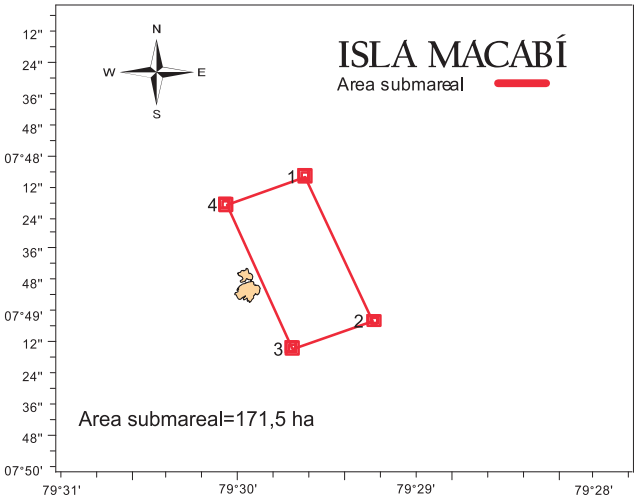

Figura 9.- Carta de delimitación de áreas aptas en isla Macabí

Evaluación de alternativas

Región Lambayeque

En las tres áreas se presentaron condiciones oceanográficas normales de acuerdo a cada época de muestreo; los valores de temperatura, salinidad, nutrientes y oxígeno disuelto, así como la estructura de las comunidades del plancton y bentos, caracterizaron la presencia de Aguas Costeras Frías propias del litoral de Lambayeque. Sin embargo, durante la prospección de abril, se pudo observar influencia de masas de aguas cálidas (ASS – AES) al registrarse anomalía positiva de la temperatura superficial del mar de +1,7 °C. La mayor parte de los parámetros que describen la calidad ambiental estuvo acorde con los valores referenciales de los Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental para el agua en su categoría 2: Actividades Marino Costeras. Los parámetros de calidad ambiental y oceanográficos analizados en las 3 prospecciones registraron valores que respaldan la aptitud acuícola de las áreas seleccionadas (Tabla 8).

Chérrepe-Lagunas

De acuerdo a la matriz de valoración de factores para determinar la aptitud acuícola, el área obtuvo 6,93 de puntuación. El perfil batimétrico que presenta la zona en las primeras 2 millas de la costa, podría no ser la más adecuada para este tipo de actividad, debido a que las profundidades son menores a 15 m. Sin embargo, el área presenta buena calidad de agua y sedimentos y la población aledaña cuenta con facilidades de infraestructura (carretera asfaltada y servicios básicos) y niveles de organización comunal apropiados para el desarrollo de cultivos suspendidos de concha de abanico (Tabla 9) por lo que sería recomendable ampliar el área hasta alcanzar profundidades más apropiadas así como los estudios, para determinar el régimen de circulación marina, oleaje y vientos.

Playa La Punta

En esta área, con buena calidad del agua y sedimentos, se obtuvo una ponderación de 6,13. Es una playa disipativa, cuyo sustrato en su mayor parte es de tipo arenoso, favorable para el cultivo de *Gracilariopsis lemaneiformis* "pelillo". Por estar en la misma zona que la concesión Chérrepe - Lagunas, cuenta con facilidades de infraestructura y niveles de organización de los pobladores que facilitarían el desarrollo de la actividad acuícola (Tabla 10).

Islas Lobos de Afuera

En el caso de las islas, también se observó condición saludable del ambiente acuático y condiciones oceanográficas adecuadas para el desarrollo de actividades de repoblamiento y/o cultivo. En esta área se alcanzó una ponderación de 6,66 (Tabla 11). En toda el área circundante a las islas existen zonas con mayor protección, como la ubicada al norte de los dos islotes principales con profundidades superiores a 30 m, siendo ésta una zona de alta productividad por los afloramientos locales. Si bien es empleada como zona de fondeo de embarcaciones de distinto calado, este no es de uso permanente. Esta zona sería propicia para el cultivo suspendido de moluscos bivalvos.

Región La Libertad

El estudio fue localizado en el margen costero dentro de las 3 mn frente a la línea de costa de Salaverry, Huanchaco, Paiján y Pacasmayo, así como alrededor de la isla Macabí, ubicada a 5 mn del borde costero de Malabrigo. Los parámetros de calidad ambiental y oceanográficos analizados en el litoral regional registraron durante las tres prospecciones, valores que en términos globales establecen la aptitud acuícola de las áreas seleccionadas (Tabla 12).

La variabilidad ambiental que predominó fue propia de las Aguas Costeras Frías; con influencia de masas de aguas cálidas, como las Aguas Subtropicales Superficiales y Aguas Ecuatoriales Superficiales, acorde con la estacionalidad de los muestreos, principalmente en mayo 2014.

En el área de Huanchaco, se comprobó influencia antrópica ante la descarga al mar de las aguas residuales sin tratar generadas por la población de Trujillo al sur del área, pero por la dirección e intensidad de las corrientes litorales alcanzan estacionalmente el área.

Salaverry

El puntaje alcanzado en la determinación de aptitud acuícola fue 7,25 puntos, representando el 72,5% del puntaje total. El factor Calidad Ambiental, alcanzó 3,30 puntos, representando el 82,5%, es decir nivel óptimo para el desarrollo de la acuicultura respecto a la Calidad Ambiental. Mientras que el factor Dinámica Costera alcanzó a 1,08 (Tabla 1 y 13) es decir 33,3% y por lo tanto no es zona adecuada para el desarrollo acuícola, respecto a este factor. Los factores Facilidad de infraestructura y Aspectos socioeconómicos alcanzaron valores de las categorías óptima y moderada, respectivamente (Tabla 13). Sin embargo, los factores en conjunto obtuvieron como resultado ponderado 6,22 puntos (Tabla 13) calificándola como propicia para acuicultura y/o repoblamiento.

Huanchaco

La valoración del factor de Calidad Ambiental alcanzó 2,79 puntos (69,8%) es decir el nivel moderado; sin embargo, es necesario resaltar que las concentraciones de coliformes sobrepasaron lo establecido por la norma competente, por tal motivo se descalifica esta área para el desarrollo acuícola. Respecto a la Dinámica Costera presentó el mínimo puntaje de 1,08 (33,3%) por lo tanto no es la más adecuada (No compatible). Los factores Facilidad de infraestructura y Aspectos socioeconómicos aparecen con niveles moderados para el desarrollo acuícola. La ponderación integrada de todos los factores constituyó el menor registro de todas las áreas estudiadas, con un valor de 5,27 que significa no propicia para acuicultura (Tabla 14).

Paiján

La valoración del factor Calidad Ambiental fue 3,43 puntos, representando el 85,7% es decir el nivel óptimo, acorde con la norma competente; por tal motivo se califica favorable esta área para el desarrollo acuícola. La Dinámica Costera presentó valores no adecuados (No compatible) porque el puntaje fue 1,08 (33,3%). Los factores Facilidad de infraestructura y Aspectos socioeconómicos alcanzaron promedios de 0,58 y 0,38 puntos, representando el 58,3 y 50,0%, respectivamente, que pueden considerarse niveles moderados para el desarrollo acuícola. La ponderación alcanzó el valor de 6,25 que es propicia para la acuicultura (Tabla 15).

Isla Macabí

El factor de Calidad Ambiental fue de 3,43 puntos (85,7%) es decir nivel óptimo, calificando para el desarrollo acuícola. La Dinámica Costera presentó niveles moderados, el puntaje fue 2,17 (66,7%). La morfodinámica alcanzó niveles moderados, es decir un amplio rango de profundidad.

Los factores Facilidad de infraestructura y Aspectos socioeconómicos alcanzaron promedios de 0,92 y 0,63 puntos (91,7 y 83,3%, respectivamente) niveles considerados óptimos para el desarrollo acuícola. La ponderación alcanzó 7,92 que fue el valor más alto en todas las áreas estudiadas (Tabla 16).

Pacasmayo

El nivel de Calidad Ambiental fue óptimo con puntaje 3,43 (85,7%); sin embargo, la Dinámica costera presentó niveles no compatibles con la actividad, el puntaje fue 1,08 (33,3%) mientras que la morfodinámica alcanzó niveles moderados, es decir un amplio rango de profundidades. Los factores Facilidad de infraestructura y Aspectos socioeconómicos alcanzaron promedios de 0,75 y 0,63 puntos (75,0 y 63,0% respectivamente) niveles considerados óptimos para el desarrollo acuícola. La ponderación alcanzó el valor de 6,62 (Tabla 17).

ANÁLISIS DE APTITUD

Región Lambayeque

De acuerdo a los resultados obtenidos de las matrices de valoración de la aptitud acuícola aplicadas para las tres zonas de muestreo y, en base a los valores elegidos para determinar si una zona es apta o no para el desarrollo de la actividad acuícola (>5,5 = apta y ≤5,5 = no apta) referidos a partir de la puntuación máxima 10, se determinó que las tres zonas identificadas en la Región Lambayeque, al obtener ponderaciones mayores a 5,5 (Tabla 18) son aptas para el desarrollo de actividades de acuicultura y/o repoblamiento de especies marinas como la macroalga *Gracilariopsis lemaneiformis* pelillo en Playa La Punta; bivalvos como *Argopecten purpuratus* concha de abanico y *Semimytilus algosus* chorito en Chérrepe-Lagunas e islas Lobos de Afuera.

Si bien es cierto que el área de Chérrepe obtuvo la mayor calificación en aptitud para cultivo, se sugiere revisar más allá de las 4 millas y determinar zonas con profundidades adecuadas para el desarrollo del cultivo de la concha de abanico. Asimismo, cabe señalar que se deberían ejecutar otros estudios, con mayor periodicidad, para tipificar las variaciones de los principales parámetros oceanográficos e indicadores de la calidad ambiental en las zonas identificadas. Se debe tener en cuenta que esta zona es conocida por su alta variabilidad por efecto del ENOS (El Niño-Oscilación Sur).

Región La Libertad

Aplicando la matriz de valoración de la aptitud acuícola, los resultados indicaron que las áreas estudiadas (Salaverry, Paiján, isla Macabí y Pacasmayo) calificaron como aptas para el desarrollo acuícola mientras que el área de Huanchaco se presentó no apta para esta actividad (Tabla 19). Los estudios se realizaron en primavera del 2013 y otoño e invierno del 2014, siendo necesario e importante realizar los estudios en la estación de verano, complementando el conocimiento de los 5 factores evaluados, para determinar la aptitud bajo condiciones cálidas naturales.

Tabla 8.- Valores promedio de los principales parámetros de calidad ambiental y oceanográficos de las áreas de estudio seleccionadas en la Región Lambayeque

Factor				Chérrepe	La Punta	Lobos de Afuera
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	0,43	0,40	0,33
		DBO5	mg/L	1,82	1,87	1,82
		Oxigeno Disuelto	mg/L	4,50	7,53	4,96
		pH	unidad	7,81	7,75	8,04
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	46,07	54,44	35,02
		Temperatura	°C	Δ 1,13	Δ 1,10	Δ 0,93
		Fosfatos	mg/L	0,022	0,029	0,020
		Nitratos	mg/L	0,014	0,014	0,013
		Silicatos	mg/L	0,025	0,016	0,011
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 5	< 13	< 5
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 5	< 13	< 5
		Salinidad	UPS	34,98	34,953	35,008
	Sedimento	MOT	%	2,8	3,05	3,01
		granulometría	mm	0,05-0,002	0,25 - 0,10	1,00 - 0,50
		Arsenico	mg/Kg	10,61	10.61	1,07
		Cadmio	mg/Kg	1,76	1,76	0,30
		Cobre	mg/Kg	11,03	11,03	2,66
		Mercurio	mg/Kg	0,06	0,06	0,18
		Plomo	mg/Kg	11,23	11,23	1,90
		Zinc	mg/Kg	52,46	52,46	12,02
	Biológico	Bentos	bits/ind	2,32	0,66	2,52
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha			
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	14,70	-	46,70
		Cultivo de Fondo	m	8,0	-	9,0
Dinamica costera	Corrientes		cm/s	32,66	-	31,5
	Altura de ola		m	1,2	1,6	1,3

Fuente: Laboratorio Costero de Santa Rosa

Tabla 9.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de Chérrepe-Lagunas

Factor				Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	2
		Nitratos	mg/L	2
		Silicatos	mg/L	2
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	3
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	3
		granulometría	mm	2
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	3
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	2
	Biológico	Bentos	bits/ind	2
	Sub total			**3,36**
Morfobatimetria	Superficie		ha	3
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	1
		Cultivo de Fondo	m	1
	Sub total			**0,56**
Dinamica costera	Corrientes		cm/s	1
	Altura de ola		m	2
	Sub total			**1,63**
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad		----------	3
	Facilidades de embarque		----------	2
	Servicios básicos		----------	3
	Uso pesquero		----------	1
	Sub total			**0,75**
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización		----------	3
	Nivel de pobreza*		----------	2
	Sub total			**0,63**
	TOTAL			**6,93**

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito

Fuente: Laboratorio Costero de Santa Rosa

Tabla 10.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de Playa La Punta

Factor				Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	2
		Nitratos	mg/L	2
		Silicatos	mg/L	2
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	2
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	2
		granulometría	mm	2
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	3
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	2
	Biológico	Bentos	bits/ind	1
Sub total				**3,11**
Morfobatimetria	Superficie		ha	2
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	2
		Cultivo de Fondo	m	1
Sub total				**0,56**
Dinamica costera	Corrientes		cm/s	1
	Altura de ola		m	1
Sub total				**1,08**
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad		----------	3
	Facilidades de embarque		----------	2
	Servicios básicos		----------	3
	Uso pesquero		----------	1
Sub total				**0,75**
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización		----------	3
	Nivel de pobreza*		----------	2
Sub total				**0,63**
TOTAL				**6,13**

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito. Fuente: Laboratorio Costero de Santa Rosa

Tabla 11.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de islas Lobos de Afuera

Factor				Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	2
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	2
		Nitratos	mg/L	2
		Silicatos	mg/L	2
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	3
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	2
		granulometría	mm	1
		Arsenico	mg/Kg	3
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	3
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	2
	Biológico	Bentos	bits/ind	2
				3,17
Morfobatimetria	Superficie		ha	2
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	2
		Cultivo de Fondo	m	1
Sub total				**0,56**
Dinamica costera	Corrientes		cm/s	1
	Altura de ola		m	2
Sub total				**1,63**
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad		----------	2
	Facilidades de embarque		----------	2
	Servicios básicos		----------	2
	Uso pesquero		----------	2
Sub total				**0,67**
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización		----------	3
	Nivel de pobreza*		----------	2
Sub total				**0,63**
TOTAL				**6,66**

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito Fuente: Laboratorio Costero de Santa Rosa

Tabla 12.- Valores promedio de los principales parámetros de calidad ambiental y oceanográficos de las áreas de estudio seleccionadas en la Región La Libertad

Factor		Parámetros		SALAVERRY	HUANCHACO	PAIJAN	ISLA MACABÍ	PACASMAYO
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	0,45	1,25	0,38	0,49	0,38
		DBO5	mg/L	1,27	1,10	1,73	1,59	1,33
		Oxigeno Disuelto	mg/L	4,84	4,88	4,79	4,60	4,44
		pH	unidad	7,66	7,72	7,65	7,88	7,67
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	30,35	65,75	37,57	46,44	48,58
		Temperatura	°C	1,00	1,05	0,83	0,63	1,33
		Fosfatos	mg/L	0,10	0,06	0,07	0,06	0,07
		Nitratos	mg/L	0,26	0,29	0,19	0,54	0,28
		Silicatos	mg/L	0,93	1,54	0,71	0,61	0,76
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2,67	501,00	2,10	2,00	2,33
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	2,67	501,00	2,10	2,00	2,33
		Salinidad	UPS	35,03	34,80	35,01	35,01	35,02
	Sedimento	MOT	%	4,39	3,21	2,56	3,63	3,10
		granulometría	mm	0,64	1,00	1,00	1,00	2,10
		Arsenico	mg/Kg	25,46	18,14	24,26	13,60	16,07
		Cadmio	mg/Kg	1,56	1,57	3,03	1,72	2,61
		Cobre	mg/Kg	22,16	25,12	25,54	13,37	14,88
		Mercurio	mg/Kg		0,07	0,05	0,02	0,05
		Plomo	mg/Kg	21,67	17,96	17,38	9,74	14,53
		Zinc	mg/Kg	99,52	94,21	77,05	50,58	60,04
	Biológico	Bentos	bits/ind	1,05	1,75	1,67	2,39	1,53
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha	2881	50	5762	172	4802
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	13,00	14,00	18,33	25,00	29,33
		Cultivo de Fondo	m	5,33	7,50	5,00	6,00	5,00
Dinamica costera	Corrientes	----------	cm/s	34,80	40,00	35,50	24,47	35,00
	Altura de ola	----------	m	1,67	2,00	1,80	1,20	1,83

Fuente: Laboratorio Costero de Huanchaco

Tabla 13.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de Salaverry

Factor	Parámetros			Salaverry Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	2
		Nitratos	mg/L	3
		Silicatos	mg/L	2
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	3
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	2
		granulometría	mm	2
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	2
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	3
	Biológico	Bentos	bits/ind	1
				3,302
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha	3
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	1
		Cultivo de Fondo	m	2
	Sub total			0,667
Dinamica costera	Corrientes	----------	cm/s	1
	Altura de ola	----------	m	1
	Sub total			1,083
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad	----------	----------	2
	Facilidades de embarque	----------	----------	2
	Servicios básicos	----------	----------	1
	Uso pesquero	----------	----------	3
	Sub total			0,667
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización	----------	----------	2
	Nivel de pobreza*	----------	----------	2
	Sub total			0,500
	Total			6,218

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito. Fuente: Laboratorio Costero de Huanchaco

Tabla 14.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de Huanchaco

Factor	Parámetros			Huanchaco Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	1
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	3
		Nitratos	mg/L	2
		Silicatos	mg/L	1
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	1
		Salinidad	UPS	1
	Sedimento	MOT	%	2
		granulometría	mm	2
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	2
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	3
	Biológico	Bentos	bits/ind	1
	Sub total			2,794
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha	1
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	1
		Cultivo de Fondo	m	1
	Sub total			0,222
Dinamica costera	Corrientes	----------	cm/s	1
	Altura de ola	----------	m	1
	Sub total			1,083
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad	----------	----------	2
	Facilidades de embarque	----------	----------	3
	Servicios básicos	----------	----------	1
	Uso pesquero	----------	----------	2
	Sub total			0,667
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización	----------	----------	2
	Nivel de pobreza*	----------	----------	2
	Sub total			0,500
	Total			5,266

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito. Fuente: Laboratorio costero de Huanchaco

Tabla 15.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de Paiján

Factor	Parámetros			Paijan Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	3
		Nitratos	mg/L	3
		Silicatos	mg/L	2
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	3
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	3
		granulometría	mm	2
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	2
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	3
	Biológico	Bentos	bits/ind	1
	Sub total			3,429
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha	3
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	2
		Cultivo de Fondo	m	2
	Sub total			0,778
Dinamica costera	Corrientes	----------	cm/s	1
	Altura de ola	----------	m	1
	Sub total			1,083
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad	----------	----------	2
	Facilidades de embarque	----------	----------	1
	Servicios básicos	----------	----------	1
	Uso pesquero	----------	----------	3
	Sub total			0,583
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización	----------	----------	1
	Nivel de pobreza*	----------	----------	2
	Sub total			0,375
	Total			6,248

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito. Fuente: Laboratorio Costero de Huanchaco

Tabla 16.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de isla Macabí

Factor	Parámetros			Isla Macabi Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	3
		Nitratos	mg/L	1
		Silicatos	mg/L	3
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	3
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	2
		granulometría	mm	2
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	3
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	3
	Biológico	Bentos	bits/ind	2
	Sub total			3,429
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha	2
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	3
		Cultivo de Fondo	m	2
	Sub total			0,778
Dinamica costera	Corrientes	----------	cm/s	2
	Altura de ola	----------	m	2
	Sub total			2,167
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad	----------	----------	3
	Facilidades de embarque	----------	----------	3
	Servicios básicos	----------	----------	2
	Uso pesquero	----------	----------	3
	Sub total			0,917
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización	----------	----------	3
	Nivel de pobreza*	----------	----------	2
	Sub total			0,625
	Total			7,915

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito. Fuente: Laboratorio Costero de Huanchaco

Tabla 17.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para el área de Pacasmayo

Factor	Parámetros			Pacasmayo Ponderación
Calidad Ambiental	Calidad de agua	Aceites y grasas	mg/L	2
		DBO5	mg/L	3
		Oxigeno Disuelto	mg/L	3
		pH	unidad	3
		Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2
		Temperatura	°C	3
		Fosfatos	mg/L	3
		Nitratos	mg/L	3
		Silicatos	mg/L	2
		Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3
		Coliformes Totales	NMP/100 mL	3
		Salinidad	UPS	3
	Sedimento	MOT	%	2
		granulometría	mm	3
		Arsenico	mg/Kg	2
		Cadmio	mg/Kg	2
		Cobre	mg/Kg	3
		Mercurio	mg/Kg	3
		Plomo	mg/Kg	3
		Zinc	mg/Kg	3
	Biológico	Bentos	bits/ind	1
	Sub total			3,492
Morfobatimetria	Superficie	----------	ha	3
	Profundidad	Cultivo Suspendido	m	1
		Cultivo de Fondo	m	2
	Sub total			0,667
Dinamica costera	Corrientes	----------	cm/s	1
	Altura de ola	----------	m	1
	Sub total			1,083
Facilidad de infraestructura	Accesibilidad	----------	----------	2
	Facilidades de embarque	----------	----------	2
	Servicios básicos	----------	----------	2
	Uso pesquero	----------	----------	3
	Sub total			0,750
Aspectos socieconomicos	Nivel de Organización	----------	----------	3
	Nivel de pobreza*	----------	----------	2
	Sub total			0,625
	Total			6,617

*Considerando las comunidades pesqueras del ámbito. Fuente: Laboratorio Costero de Huanchaco

Tabla 18.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para las áreas de Chérrepe, La Punta e islas Lobos de Afuera

FACTOR	PONDERACIÓN		
	Chérrepe	La Punta	Lobos de Afuera
Calidad ambiental	3,36	3,11	3,17
Morfobatimetría	0,56	0,56	0,56
Dinámica costera	1,63	1,08	1,63
Facilidades de infraestructura	0,75	0,75	0,67
Aspectos socioecónomicos	0,63	0,63	0,63
TOTAL	6,93	6,13	6,66
APTITUD	> 5,5 Apto	> 5,5 Apto	> 5,5 Apto

Fuente: Laboratorio Costero de Santa Rosa

Tabla 19.- Matriz de valoración de los principales factores determinantes de la aptitud acuícola para las áreas de Salaverry, Huanchaco, Paiján, isla Macabí y Pacasmayo

FACTOR	PONDERACIÓN				
	Salaverry	Huanchaco	Paijan	Isla Macabi	Pacasmayo
Calidad ambiental	3,302	2,794	3,429	3,429	3,492
Morfobatimetría	0,667	0,222	0,778	0,778	0,667
Dinámica costera	1,083	1,083	1,083	2,167	1,083
Facilidades de infraestructura	0,667	0,667	0,583	0,917	0,750
Aspectos socioeconómicos	0,500	0,500	0,375	0,625	0,625
TOTAL	6,218	5,266	6,248	7,915	6,617
APTITUD	> 5,5 Apto	≤ 5,5 No Apto	> 5,5 Apto	> 5,5 Apto	> 5,5 Apto

Fuente: Laboratorio Costero de Huanchaco

4. CONCLUSIONES

Región Lambayeque

De acuerdo a los resultados obtenidos sumado a la información existente, en la región Lambayeque las tres áreas determinadas como aptas para el desarrollo del cultivo y/o repoblamiento de especies marinas son:

- Chérrepe-Lagunas, apta para el cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus,* en zonas con mayor profundidad.
- Playa La Punta, apropiada para el cultivo de *Gracilariopsis lemaneiformis*.
- Islas Lobos de Afuera, al norte de los dos islotes principales, apropiados para cultivo suspendido de bivalvos ya que éstos presentan una tolerancia relativamente amplia a las variaciones de las condiciones ambientales (básicamente temperatura y salinidad).
- No obstante, estas apreciaciones deberían confirmarse con estudios más específicos en las tres zonas de estudio, con la finalidad de tener un mayor conocimiento de la variabilidad estacional de las corrientes, vientos y oleajes, así como de los parámetros físico-químicos y biológicos.

Región La Libertad

Se ha calificado como áreas aptas para actividades acuícolas: Salaverry, Paiján, Pacasmayo e isla Macabí; el área de Huanchaco mostró condiciones que la tipifican como no apta.

- Salaverry en el intermareal explorado apropiado para el repoblamiento de *Pattalus mollis* pepino de mar.
- Paiján para captación de semilla y cultivo inicial de *Argopecten purpuratus* concha de abanico y cultivo de *Chondracanthus chamissoi* yuyo.
- Pacasmayo para el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* yuyo.
- La isla Macabí para cultivo de *Argopecten purpuratus*.

En las áreas prospectadas predominaron corrientes de intensidad fuerte, característica de costas de mar abierto, limitando las posibilidades de un cultivo integral de moluscos. Sin embargo, permite la captación de semilla y pre-cultivo, para luego trasladar a otras áreas donde continuar con el cultivo hasta la cosecha.

Las características granulométricas del sedimento (arena fina) de las áreas prospectadas no son favorables para el cultivo de fondo de moluscos bivalvos, sugiriendo priorizar su uso en la modalidad de cultivo suspendido (long line).

La variación de la morfología de la zona intermareal (pendiente, extensión y arenamiento de la playa) puede ser adversa para el cultivo de fondo de *Chondracanthus chamissoi*, en cambio el sistema de long line presentaría mejores posibilidades.

Las condiciones ambientales encontradas en el intermareal del área de Salaverry se consideran favorables para actividades de repoblamiento de "pepino de mar", recurso bastante escaso en dicha área.

El índice de Shannon-Wiener o de diversidad de especies de las áreas estudiadas en general presentó valores que condicionan clasificarlas entre no compatibles a moderadas.

5. AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento al Blgo. M.Sc. Víctor Yépez Pinillos por la orientación en la elaboración de la Matriz para la determinación de Aptitud Acuícola, a la Blga. Rita Orozco Moreyra por el apoyo en los análisis de Coliformes y Demanda Bioquímica de Oxígeno. Asimismo a los señores Segundo Castañeda Arana, Juan Vega Magan y Teresa Ñique García del Laboratorio Costero de Huanchaco y, a Luis Fiestas Flores y Juan Emilio Fiestas Martínez del Laboratorio Costero de Santa Rosa, quienes brindaron el soporte logístico y de transporte necesarios para la realización de la investigación.

6. REFERENCIAS

Arauco. 2009. Estudio de impacto ambiental sistema de conducción y descarga al mar de efluentes tratados de planta Valdivia. En: ARAUCO [en línea]. Chile. Citado 12 noviembre 2014. http://www.arauco.cl/_file/file_1585_resumen ejecutivo.pdf

Ayón P. 1999. Volúmenes de zooplancton e ictioplancton frente a la costa peruana en verano e inicios de otoño 1999. Crucero BIC José Olaya Balandra 9902-03 de Tumbes a Tacna. Inf. Instituto del Mar Perú 147: 59-70.

Canadá. Canada Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Carrit D, Carpenter J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater. J. Mar. Res. 24: 286-318.

Estevan M T. 1984. Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Editorial MAPFRE, DL. 609 pp, 3 h plegables.

Holm Hansen O, Lorenzen C J, Holms R W, Strickland J D H. 1965. Fluorometric Determination of Chlorophyll. J. Cons.perm.int Explor. Mer. 30: 3-15.

McLachlan A. 1983. Sandy Beach Ecology: A review. Sandy Beaches as Ecosystems. Eds. McLachlan, A. & T. Erasmus. Developments En: Hydrobiology. Dr W. Junk Publishers: 321-380 p.

MINAM. 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua. Decreto Supremo No 002-2008-MINAM (2008).

Pollock L, Hummon W. 1971. Cyclic changes in interstitial water content, atmospheric exposure and temperature in a marine beach. Limnol. & Oceanogr, 16: 522-535.

Salvat B. 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. C. R. Hebd Séance Acad. Sci. Paris, 259: 1576 - 1579.

Salvat B. 1967. La macrofauna carcinologique endogée des sédiments meubles intertidaux (Tanaidaces, Isopodes et Amphipodes): éthologie, bionomie et cycle biologique. Mem. Mus. Hist. Nat. Ser. A., 45:1-275.

Santander H, Carrasco S, Luyo G. 1981. El Zooplancton del área Norte del Perú. Boletín extraordinario. Investigación cooperativa de la anchoveta y su ecosistema-ICANE-entre Perú y Canadá-IMARPE-Entre Perú y Canadá-IMARPE-Callao-Perú 1981.

Strickland J, Parson T. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.

Throndsen J. 1978. Preservation and storage. En: A. Sournia (Eds.) Phytoplankton manual. UNESCO, Paris: 69-74.

UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacifico Oriental, Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Informe final del Seminario-Taller realizado en el Instituto del Mar del Perú, Callao 11:25-26

Anexo

Formato de encuesta sobre la actividad pesquera en la Región La Libertad

LABORATORIO COSTERO DE IMARPE -HUANCHACO

ENCUESTA PESCA ARTESANAL

I	**INFORMACION DEL PESCADOR O ARMADOR ARTESANAL**							
	1	NOMBRE Y APELLIDOS				EDAD		
						SEXO	M	F
	4	DOMICILIO :						
	5	PUERTO / CALETA /PLAYA Y ASOCIACION AL QUE PERTENECE						
	6	NIVEL DE ESTUDIOS				PRIMARIA	C	I
						SECUNDARIA	C	I
						SUPERIOR	C	I
	7	ESTADO CIVIL:	SOLTERO	CASADO	CONVIVIENTE	VIUDO	N° HIJOS	
	8	ACTIVIDAD QUE DESARROLLA EL PESCADOR:			CORTINERO	CORTINERO ORILLA	EXTRACTOR MANUAL	
					PINTERO	CHINCHORRERO	BUCEO COMPRESORA	
					BUCEO A PULMON	OTROS		
	9	CONDICION :		ARMADOR	PESCADOR	PATRON	TRIPULANTE	EXTRACTOR
	10	OCUPADO ACTIVAMENTE EN LA PESCA		SI	NO	DIAS MES		
	11	AÑOS DE TRABAJO EN LA ACTIVIDAD						
II	**INGRESOS MENSUALES PROMEDIO (SOLES)**							
	12	EN ACTIVIDAD PESQUERA:						
	13	OTRAS ACTIVIDADES (ESPECIFICAR)						
III	**CAPACITACION RECIBIDA**							
	14	SI :	EN QUE:					
	15	NO:	POR QUE:					
	16	EN QUE A CONTRIBUIDO LA CAPACITACION :						
	17	EN QUE CREE QUE HACE FALTA						
IV	**PROBLEMÁTICA PESCA ARTESANAL**							
	¿CUALES CREE USTED QUE SON LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE PRESENTA LA PESCA ARTESANAL?							
	18	DEPREDACION			COMENTARIO:			
	19	CONTAMINACION						
	20	CONDICIONES AMBIENTALES ADVERSAS						
	21	ESCASEZ DE RECURSOS						
	22	FALTA DE APOYO ECONOMICO						
	23	FALTA DE SERVICIOS BASICOS						
	24	FALTA DE INFRAESTRUCTURA						
	25	IMCUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS						
V	**POSIBILIDADES DE CULTIVO Y/O REPOBLAMIENTO**							
	26	¿CREE USTED QUE ES POSIBLE EL CULTIVO Y/O REPOBLAMIENTO EN EL MAR						
	27	SI:	¿POR QUE?:					
			¿EN DONDE?:					
	28	NO:	¿POR QUE?:					
	29	¿QUE ESPECIES CREE USTED QUE SE DEBEN CULTIVAR Y/O REPOBLAR? ENUMERAR POR ORDEN DE IMPORTANCIA						
		INVERTEBRADOS						
		MACROALGAS						
		PECES						

LABORATORIO COSTERO DE IMARPE-HUANCHACO

VI	**¿CREE USTED QUE LOS PESCADORES Y/O EXTRACTORES DESEEN INCURSIONAR EN LA ACTIVIDAD DEL CULTIVO?**			
	30	SI	PORQUE	
	31	NO	PORQUE	
VII	**¿CUAL CREE USTED QUE SERIA LA CONDICION PARA QUE LOS PESCADORES DECIDAN CONVERTIRSE EN ACUICULTORES?**			
	COMENTARIO:			
VIII	**FLOTA ARTESANAL**			
	32	TIENE EMBARCACION	SI	NO
		TIPO	LANCHA	CAP. BOD. (t)
			BOTE	CAP. BOD. (t)
			CHALANA	CAP. BOD. (t)
			CABALLITO DE TOTORA	CAP. CARGA (kg)
	33	SISTEMA PROPULSION	MOTOR CENTRAL	FUERA DE BORDA
			SIN MOTOR A REMO	OTROS