



UNS
ESCUELA DE
POSTGRADO

**IMPACTO DE LOS EFLUENTES DE TANQUES SÉPTICOS EN LA CALIDAD
DEL AGUA Y SEDIMENTO EN LA PLAYA “EL INCA” DEL BALNEARIO DE
TORTUGAS (CASMA, PERÚ) DURANTE VERANO-OTOÑO 2017**

**Tesis para optar el Grado de Maestro en
Gestión Ambiental**

Autor:

Bach. Gozzer Milla, Walter Raúl

Asesor:

Mg. Rómulo Eugenio Loayza Aguilar

CHIMBOTE, PERÚ

2018



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS DE MAESTRIA

Yo, Mg. RÓMULO EUGENIO LOAYZA AGUILAR, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis de Maestría titulada: IMPACTO DE EFLUENTES DE TANQUES SÉPTICOS EN LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTO EN LA PLAYA “EL INCA” DEL BALNEARIO DE TORTUGAS (CASMA, PERÚ), DURANTE EL VERANO – OTOÑO 2017, elaborada por el bachiller WALTER RAÚL GOZZER MILLA para obtener el Grado Académico de Maestro en GESTIÓN AMBIENTAL en la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 13 de Junio del 2018

Mg. RÓMULO EUGENIO LOAYZA AGUILAR

ASESOR



APROBACIÓN DEL JURADO EVALUADOR

“IMPACTO DE EFLUENTES DE TANQUES SÉPTICOS EN LA CALIDAD DEL AGUA Y SEDIMENTO EN LA PLAYA “EL INCA” DEL BALNEARIO DE TORTUGAS (CASMA, PERÚ), DURANTE EL VERANO – OTOÑO 2017”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

.....

Dr. WALTER REYES ÁVALOS

PRESIDENTE

.....

Mg. RÓMULO LOAYZA AGUILAR

SECRETARIO

.....

Mg. FANY CARRANZA LECCA

VOCAL

Dedicatoria:

A mi familia, por su apoyo incondicional

Agradecimiento:

A mi Asesor de Tesis, Mg. Rómulo Loayza Aguilar,
mi gratitud eterna por su valioso apoyo.

A mis profesores de la EPG-UNS, que contribuyeron
con sus enseñanzas académicas a una mejor visión
de la vida enmarcada en la Gestión Ambiental.

INDICE

	Pág.
Constancia de Asesoramiento de Tesis	iii
Aprobación del Jurado Evaluador	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
MARCO TEORICO	16
MARCO METODOLÓGICO	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	65

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de tanques sépticos	6
Tabla 2. LMP para efluentes de PTARD, (Perú, 2010)	18
Tabla 3. ECA para agua. Categoría 1.	19
Tabla 4. ECA para agua. Categoría 4.	20
Tabla 5. Operacionalización de variables	27
Tabla 6. Consumo teórico de agua en los domicilios, playa “El Inca” (Ancash, Perú), diciembre 2016 a marzo 2017.	34
Tabla 7. Calculo volumen teórico de efluente de tanques sépticos, playa “El Inca” (Ancash, Perú), verano 2017.	35
Tabla 8. Datos del agua de tanque séptico H, verano 2017	42
Tabla 9. Valores para parámetros de calidad de agua de mar	44
Tabla 10. Comparación de medias para agua de mar	46
Tabla 11. Valores para parámetros de calidad de sedimento marino	47
Tabla 12. Comparación de medias para sedimento marino	48
Tabla 13. Requerimientos para el muestreo de efluentes	65
Tabla 14. Requerimientos para el muestreo de agua de mar	68
Tabla 15. Profundidad en la toma de muestras de agua	69
Tabla 16. Resumen de parámetros y muestras en verano 2017	72
Tabla 17. Resumen de parámetros y muestras en otoño 2017	73
Tabla 18. Datos para calidad de agua de mar en verano 2017	74
Tabla 19. Datos para calidad de agua de mar en otoño 2017	74
Tabla 20. Datos para calidad de sedimento marino en verano 2017	75
Tabla 21. Datos para calidad de sedimento marino en otoño 2017	75
Tabla 22. Interpretación comparación de medias: Agua de mar	76
Tabla 23. Interpretación comparación medias: Sedimento marino	77
Tabla 24. Resultados estadísticos programa SPSS vs 21	78
Tabla 25. Resultados análisis de muestras COLECBI SAC	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del balneario de Tortugas.	4
Figura 2. Balneario de Tortugas y ubicación de playa “El Inca”.	5
Figura 3. Playa “El Inca” y ubicación de residencias.	5
Figura 4. Campo de infiltración superficial.	8
Figura 5. Campo de infiltración subterráneo.	8
Figura 6. Mecánica de contaminación de sedimento y agua marino costera.	9
Figura 7. Funcionamiento de un tanque séptico.	16
Figura 8. Diagrama de distribución y funcionamiento de sistemas sépticos.	17
Figura 9. Esquema de la investigación para contrastar la variable efecto en dos momentos temporales.	28
Figura 10. Distribución de residencias y tanques sépticos, playa “El Inca” (Ancash, Perú), verano y otoño 2017.	30
Figura 11. Distribución de transectos y puntos de muestreo de agua y sedimento marino, playa “El Inca” (Ancash, Perú), verano 2017.	31
Figura 12. Distribución de transectos y puntos de muestreo de agua y sedimento marino, playa “El Inca” (Ancash, Perú), otoño 2017.	32

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de los efluentes de tanques sépticos en la calidad del agua y sedimento marino en la playa "El Inca" localizada en el balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017. La muestra de tanque séptico fue directa y solo tomada en el verano, registrándose la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), fosfatos, nitratos, nitritos, coliformes totales y termotolerantes, temperatura y pH. Para el muestreo del agua y sedimento marino se utilizó el método de transectos perpendiculares a la playa, tomándose muestras en 3 puntos cada 8 m. Los parámetros investigados para el agua fueron DBO_5 , oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad, salinidad, fosfatos, nitratos, nitritos, temperatura, pH, coliformes totales y termotolerantes. Los parámetros investigados para el sedimento fueron fosfatos, nitratos y amonio. Los efluentes de tanques sépticos generaron cambios significativos en la calidad del agua de mar a nivel de la DBO_5 , oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT), conductividad y salinidad, de igual modo en la calidad del sedimento marino en términos de fosfatos, nitratos y amonio. El agua de mar mejoró su calidad en la medida que en verano la DBO_5 fue 7,565 mg/L y disminuyó en otoño a 3,645 mg/L. Asimismo, el sedimento marino, mejoró su calidad en la medida que en verano el amonio fue 328,767 mg/kg y disminuyó en otoño a 21,700 mg/kg.

Palabras clave: Balneario; tanque séptico; percolación; sedimento; agua de mar.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the impact of septic tank effluents on the water quality and marine sediment in the "El Inca" beach located in the Tortugas beach (Casma, Peru), during summer and autumn 2017. The sample of Septic tank was direct and only taken in the summer, registering the biochemical oxygen demand (DBO_5), chemical oxygen demand (DQO), phosphates, nitrates, nitrites, total coliforms and thermotolerant, temperature and pH. For the sampling of the water and marine sediment, the method of perpendicular transects to the beach was used, taking samples at 3 points every 8 m. The parameters investigated for water were BOD_5 , dissolved oxygen (OD), total dissolved solids (SDT), conductivity, salinity, phosphates, nitrates, nitrites, temperature, pH, total coliforms and thermotolerant. The parameters investigated for the sediment were phosphates, nitrates and ammonium. Septic tank effluents generated significant changes in seawater quality at the level of DBO_5 , dissolved oxygen (OO), total dissolved solids (SDT), conductivity and salinity, as well as the quality of marine sediment in terms of phosphates, nitrates and ammonium. Seawater improved its quality as in the summer DBO_5 was 7,565 mg / L and decreased in autumn to 3,645 mg / L. Likewise, the marine sediment improved its quality to the extent that in summer the ammonium was 328,767 mg / kg and decreased in autumn to 21.700 mg / kg.

Keywords: Beach's houses; septic tank; percolation; sediment; seawater.

INTRODUCCIÓN

En los países del Caribe y América Latina, según señala la Organización Panamericana de la Salud - PAHO (2003, p. 364), un gran porcentaje de los residentes que viven cerca de las líneas de costa o en balnearios hacen uso de tanques sépticos con tratamientos deficientes de sus aguas residuales domésticas, razón por la cual se constituye en una de las fuentes principales de contaminación de las aguas costeras que se presentan de manera especial.

Asimismo, en la zona hotelera de los balnearios de Yucatán en México, Arroyo *et al.* (2015, p.23) sostuvo que en el futuro esta zona mantendrá una oferta basada en alojamientos de alto nivel con un alto impacto negativo para el ambiente físico y humano. A la par, surgen otras deficiencias como pérdida de flora y fauna, incremento en la contaminación de mantos acuíferos debido a la alta afluencia de turistas nacionales, internacionales y empleados que generan altos caudales de aguas residuales hacia el sistema de tratamiento de los tanques sépticos, los cuales generan grandes concentraciones de bacterias (coliformes fecales, coliformes totales), así como la acumulación de materia orgánica no biodegradable y componentes químicos (nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, sulfuros) que acompañan a los efluentes, que muy pronto sobresaturan el campo de infiltración y esto trae como consecuencia el problema de impacto ambiental negativo con la contaminación del suelo, napa freática y por ende, del sedimento y agua de mar costero.

En las zonas de playa y balnearios residenciales de Puerto Rico, González (1998, p.5) manifestó que los tanques sépticos usados en estos ambientes fallan cuando al no ser impermeabilizados, el agua que contienen se filtra a través del terreno, llega al agua subterránea y posteriormente al agua y sedimento marino costero, sugiriendo que se

debe monitorear periódicamente la calidad de las aguas de los cuerpos receptores, aun cuando pueden o no estar contaminados.

En el Perú, de acuerdo a lo que señala García *et al.* (2010, p.17-18) las falencias en los servicios de saneamiento y agua en gran cantidad de comunidades es una realidad preocupante ya que a nivel nacional existen 2 970 760 viviendas carentes de agua y saneamiento, de ellas el 47,6% se ubican en el área urbana y el 52,4% restante en el área rural. Estas carencias afectan a 11 978 506 habitantes, donde se encuentra el 47,4% de la población en el área urbana y el 52,6% restante en el área rural. Pero el problema no solo es por la carencia de estos servicios básicos, sino que en donde existen, según Oblitas (2010, p.44), producto de los problemas económicos, los servicios de agua y saneamiento en forma general son deficientes, en tanto que la mayoría de las municipalidades distritales tienen una limitada capacidad de gestión edil y cuentan en su jurisdicción con población en situación de pobreza que percibe muy bajos ingresos. Según el INEI, al 2017 en Ancash la pobreza total llega al 23,5% y la pobreza extrema al 6,6%.

Estos problemas también son observados en los balnearios de la costa peruana aun cuando el problema relativo a la pobreza no sea el comentado. Quezada (2014, p. 24) señaló que existen balnearios en nuestro país como Ancón, San Bartolo, Pucusana y Punta Hermosa pertenecientes a la Región Lima, que tratan sus aguas residuales en plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas (PTARD) o lagunas de oxidación y cuentan con sistema de alcantarillado.

En este contexto, los residentes de la mayoría de balnearios costeros en nuestro país que no cuentan con estos servicios básicos, entre los que se encuentra el balneario de Tortugas (Casma, Perú) y donde está ubicada la playa "El Inca", deben hacer uso de tanques sépticos como medida ante la falta de sistemas adecuados de tratamiento. El destino final de los efluentes de tanques sépticos producto de las actividades humanas, al no ser adecuadamente planteadas y ejecutadas, podrían estar ejerciendo impactos negativos en la calidad del agua y

sedimento marino, desequilibrando por tanto los ecosistemas receptores y con ello también alterando otras actividades, como la recreacional, la balneabilidad, la extracción de recursos hidrobiológicos, el turismo, los servicios de alojamiento, transporte, restaurantes, entre otros.

La playa “El Inca” ubicada en el balneario de Tortugas (Distrito Comandante Noel, Provincia de Casma, Región Ancash, Perú) se ubica a unos 18 km al norte de la ciudad de Casma, posee aguas transparentes y tranquilas, ideales para las actividades marinas, pues además de nadar, se puede pescar, bucear, pasear en yate y practicar la caza submarina. En los meses de verano es visitada por una cantidad muy importante de personas que vienen de diferentes lugares especialmente de Casma, Chimbote, Huaraz y Lima. Cuenta con buenos restaurantes y hoteles que atienden al público en forma permanente. Desde Casma hay servicio regular de transporte de pasajeros durante todo el año para los visitantes. La densidad poblacional del Distrito Comandante Noel es de 9,23 habitantes/km² (INEI, 2017). El balneario de Tortugas cuenta con servicio eléctrico, pero carece de servicios de saneamiento y agua potable, por lo que se hace uso de tanques sépticos y de camiones surtidores del líquido elemento. En este contexto, siendo la playa “El Inca” un espacio urbano de mucha concurrencia humana durante el periodo de verano, que se generan consecuentemente volúmenes importantes de agua domésticas que son dispuestas en tanques sépticos, pero que carecen de estudios respecto de sus impactos al ambiente.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento y fundamentación del problema de investigación

El balneario de Tortugas geográficamente está situado en el Distrito Comandante Noel, perteneciente a la Provincia de Casma, Región Ancash, Perú (Fig. 1). De acuerdo a la información del INEI, al 2017 la densidad poblacional del Distrito Comandante Noel alcanza los 9,23 habitantes/km²; y a nivel de Ancash la pobreza total llega al 23,5% y la pobreza extrema al 6,6%.



Fuente: Municipalidad Provincial de Casma (2017).

Figura 1. Mapa de ubicación del balneario de Tortugas.

3,50 m sobre el nivel del mar. En las estaciones de otoño e invierno la afluencia de personas es baja, llegando a ser de 10 personas eventualmente, pero en la estación de verano llegan a un aproximado de 140 personas. Asimismo, todas las residencias utilizan tanques sépticos para sus tratamientos de aguas servidas.

Los tanques sépticos en la playa “El Inca” se caracterizan por ser de material noble y estar ubicados en el subsuelo, debajo de las propias residencias o en lugares comunes. Están contruidos de fierro y hormigón, tanto en sus techos, paredes y suelos, aunque hay residencias que teniendo como base natural el propio cerro ya no utilizan estos materiales. Algunas residencias vierten sus aguas residuales en un tanque séptico común, pero por lo regular cada residencia posee su propio tanque séptico con características propias y de acuerdo a lo señalado en el cuadro siguiente.

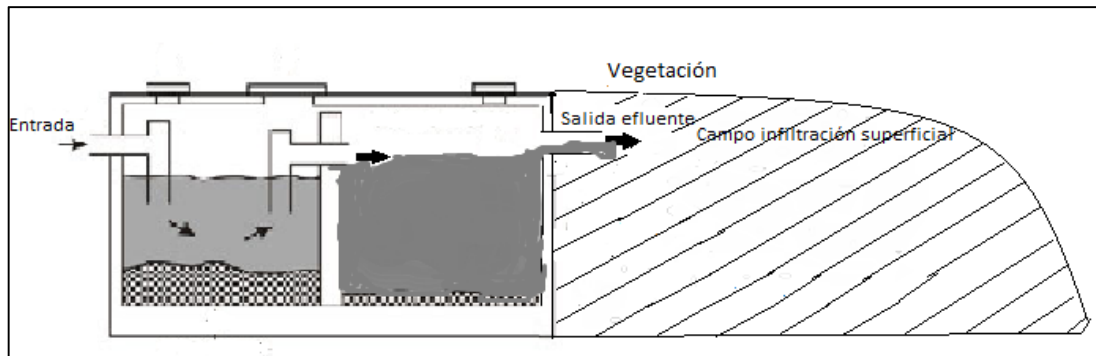
Tabla 1. Tipos de tanques sépticos.

Tipo de tanque séptico	Características de los tanques sépticos	Nº de casas / tipo de tanque séptico
T-1	Dos cámaras interconectadas	9
T-2	Dos cámaras no interconectadas	7
T-3	Una sola cámara	5

Fuente: Elaboración propia y acorde a la realidad problemática, playa “El Inca” (2017).

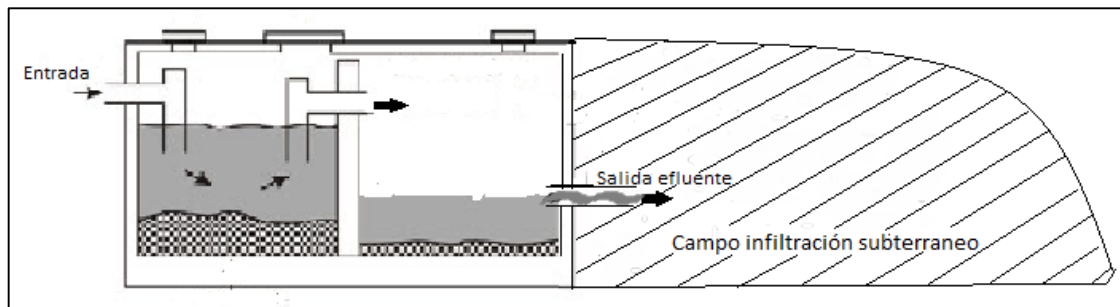
Por otra parte, aun cuando hay residencias que vierten sus aguas negras y grises en tanques comunes, las capacidades de estos tanques son fluctuantes en cada residencia, puesto que varían entre 1.8 m³ a 6 m³. En tal sentido, existen nueve casas que depositan sus aguas residuales en un solo tanque séptico tipo T-1, el cual es de dos cámaras interconectadas, la primera de ellas es para el depósito de las aguas negras provenientes de los inodoros, la segunda cámara es para el depósito de aguas grises provenientes de los desperdicios de cocina, lavaderos, lavamanos, lavadoras, duchas, etc. Ambas cámaras están interconectadas mediante un tubo por la parte superior de las mismas. Por la segunda cámara, cuando se encuentra ya saturada de líquidos, es que se vierte el efluente al campo de infiltración (suelo natural). Asimismo, existen siete casas que depositan sus aguas residuales en tanques sépticos tipo T-2, cuyas cámaras no están interconectadas, en la primera cámara las aguas negras y en la segunda cámara aguas grises que se vierte el efluente al campo de infiltración. Y por último, hay cinco casas que depositan sus aguas residuales en tanques sépticos tipo T-3, los cuales poseen solo una cámara donde se depositan tanto aguas negras como grises, luego sus efluentes se vierten al campo de infiltración.

En este contexto, los campos o zonas de infiltración en la playa “El Inca” cuyas áreas de terreno son donde se disponen los efluentes provenientes de los tanques sépticos, tienen como característica ser de arena y presentar granos de tamaño fino a medio (IMARPE, 2007, p.21). Existen dos tipos de campos de infiltración, algunos son superficiales y se caracterizan por contener vegetación producto de las cargas orgánicas y de nutrientes (Fig. 4), otros son subterráneos (Fig. 5). En la zona de residencias de la playa “El Inca”, la disposición del efluente en el campo de infiltración superficial se realiza mediante una distribución de tuberías convenientemente localizadas. Sin embargo, en el campo o zona de infiltración subterránea la disposición del efluente se realiza mediante la distribución de tuberías en forma aleatoria. Por otro lado, de un total de once campos de infiltración, diez de ellos son de tipo superficial y uno es de tipo subterráneo.



Fuente: Elaboración propia y acorde a la realidad problemática, playa "El Inca" (2017).

Figura 4. Campo de infiltración superficial.



Fuente: Elaboración propia y acorde a la realidad problemática, playa "El Inca" (2017).

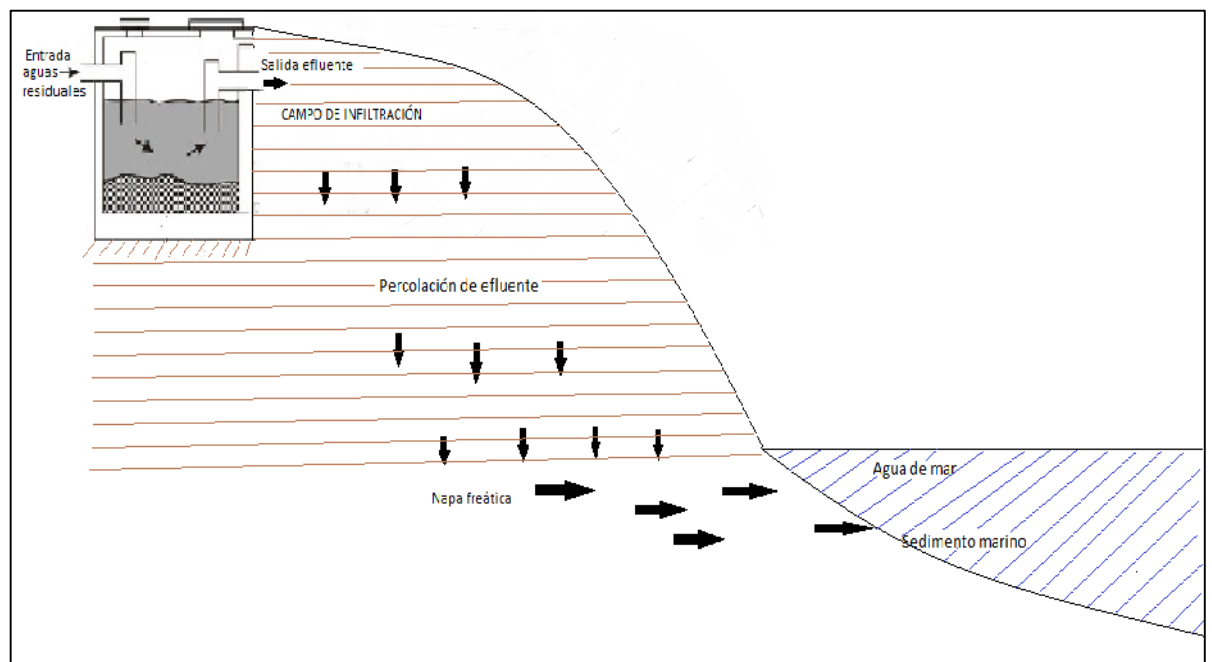
Figura 5. Campo de infiltración subterráneo.

Es importante remarcar que el desproporcionado volumen de los efluentes (calculado teóricamente) e infiltrado en la estación de verano, alcanza aproximadamente los $332,5 \text{ m}^3$ (Tabla 7) conteniendo materia orgánica no bio-degradada, bacterias, agentes químicos tóxicos (como desechos de pinturas, barnices, disolventes, etc.), detergentes y otros, provenientes de estos tanques sépticos está trayendo como consecuencia un problema medio ambiental, puntualmente en la contaminación de la napa freática y por ende en la calidad del agua y sedimento marino.

Asimismo, hay cambios que se han dado en la playa "El Inca" que podrían corroborar algunos efectos observables como producto de la infiltración de los efluentes de tanques sépticos antes mencionados. Cambios observados: 1) Proliferación de algas o flora acuática en la zona costera de playa debido a que se provee nutrientes como nitratos y

fosfatos. 2) Generación de malos olores, debido a la descomposición de materia orgánica no biodegradada, en los campos de infiltración superficiales. 3) Aparición de insectos y roedores atraídos por la descomposición de componentes orgánicos. 4) Aumento de flora en los campos de infiltración superficiales.

En tal sentido y concordante con lo descrito, estos hechos nos motiva a realizar una investigación y explicar con criterio científico a las autoridades los impactos negativos que se podrían estar dando (Fig. 6), y prevenir la calidad del agua y sedimento para mantener la balneabilidad de la playa, así como prevenir los problemas en la salud y bienestar de los pobladores de esta comunidad adscrita a la Región Ancash.



Fuente: Elaboración propia y acorde a la realidad problemática, playa "El Inca" (2017).

Figura 6. Mecánica de contaminación de sedimento y agua marino costera.

1.2. Antecedentes de la investigación

La Organización Panamericana de la Salud - PAHO (2003, p. 364), señala que en los países del Caribe y América Latina un gran porcentaje de los residentes que viven cerca de las líneas de costa o en balnearios hacen uso de tanques sépticos con tratamientos deficientes de sus aguas residuales domésticas, razón por la cual es la fuente principal de contaminación de las aguas costeras que se presentan de manera especial. Arroyo *et al.* (2015, p.23), sostiene que en la zona hotelera de los balnearios de Yucatán (México), en el futuro esta zona mantendrá una oferta basada en alojamientos de alto nivel con un alto impacto negativo para el ambiente físico y humano. A la par, surgen otras deficiencias como pérdida de flora y fauna, incremento en la contaminación de mantos acuíferos debido a la alta afluencia de turistas nacionales, internacionales y empleados que generan altos caudales de aguas residuales hacia el sistema de tratamiento de los tanques sépticos, los cuales ocasionan grandes concentraciones de bacterias (coliformes fecales, coliformes totales), materia orgánica no biodegradada y componentes químicos (nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, sulfuros) que acompañan a los efluentes. Sobresaturan el campo de infiltración y esto trae como consecuencia el problema de impacto ambiental negativo con la contaminación del suelo, napa freática y por ende, del sedimento y agua de mar costero. Los problemas se presentan cuando los flujos de descargas al tanque séptico son tan altos que los microorganismos no tienen el tiempo suficiente de biodegradar la materia orgánica, y aunado a este problema, la turbulencia que se genera en los sedimentarios por el caudal de ingreso al tanque séptico, hacen que estos lodos sean llevados hacia la superficie, y conjuntamente con las grasas y otras sustancias, sean arrastrados hacia el campo de infiltración.

Por otra parte, en las zonas de playa y balnearios residenciales en Puerto Rico de acuerdo a lo que señala González (1998, p.1-2), la razón primordial para evitar el mal funcionamiento de los tanques sépticos es para prevenir brotes de infecciones y de enfermedades, al afirmar que si un sistema séptico trabaja adecuadamente puede remover las

bacterias causantes de enfermedades. Sin embargo, si el sistema no está funcionando bien hay un alto riesgo de contaminación, tanto en las aguas superficiales como subterráneas. Asimismo, cuando un sistema séptico no funciona adecuadamente puede causar efectos adversos en el medio ambiente y a la salud. Los sistemas sépticos defectuosos pueden percolar nutrientes y bacterias en exceso a los cuerpos receptores como el mar. Del mismo modo, González (1998, p.5) también manifiesta que los tanques sépticos no impermeabilizados fallan cuando el agua que contienen se filtra a través del terreno y llega al agua subterránea. Este tipo de falla no es fácil de detectar si es que no se monitorea periódicamente la calidad de las aguas de los cuerpos receptores, aun cuando pueden o no estar contaminados.

Arpajón *et al.* (2011, p.733-736), señala que en Cuba se hace uso de tanques sépticos en sus balnearios y una de las formas de prevenir la calidad del agua de su ecosistema acuático es evaluando y determinando periódicamente las concentraciones de nutrientes inorgánicos y la carga bacteriana total existente. En tal sentido, se analiza la presencia de nitritos (estado intermedio de oxidación entre el amonio y el nitrato) que es indicador de vertimientos resientes de materia fecal, aunque también puede ser de origen industrial. De igual modo, se analiza la presencia de bacterias coliformes fecales y totales, importantes indicadores de contaminación microbiológica de las aguas, y que llegan a los cuerpos de agua a través de la descarga de materia fecal proveniente de los sistemas de tanques sépticos, de ahí que también existan altas concentraciones de amonio en las muestras obtenidas de estos ecosistemas contaminados.

En el Perú, de acuerdo a lo que señala García *et al.* (2010, p.17-18) las falencias en los servicios de saneamiento y agua en una gran cantidad de comunidades es una realidad preocupante ya que a nivel nacional existen 2 970 760 viviendas carentes de agua y saneamiento, de ellas el 47,6% se ubican en el área urbana y el 52,4% restante en el área rural. Estas carencias afectan a 11 978 506 habitantes, donde se encuentra el 47,4% de la población en el área urbana y el 52,6% restante en el área rural.

En el mismo sentido, Oblitas (2010, p.44), sostiene que en nuestro país, producto de los problemas económicos, los servicios de agua y saneamiento en forma general son deficientes, en tanto que la mayoría de las municipalidades distritales tienen una limitada capacidad de gestión edil y cuentan en su jurisdicción con población en situación de pobreza que percibe muy bajos ingresos. De igual manera, muchas de estas entidades carecen de áreas técnicas específicas para atender las demandas de los servicios de agua potable y saneamiento, y tienen una escasa capacidad para planificar y ejecutar proyectos, así mismo, enfrentan dificultades para elaborar instrumentos normativos (ordenanzas) que propicien un desarrollo real y control de dichos servicios dentro de sus jurisdicciones.

Estos problemas también son observados en los balnearios de la costa peruana, aun cuando el problema relativo a la pobreza no sea el comentado según el párrafo anterior, Quezada (2014, p. 24) sostiene que existen balnearios pertenecientes a la Región Lima, como Ancón, San Bartolo, Pucusana y Punta Hermoza que tratan sus aguas residuales en plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas (PTARD) o lagunas de oxidación y cuentan con sistema de alcantarillado.

En este contexto, los residentes de la mayoría de balnearios en nuestro país que no son asistidos con estos servicios, entre los que se encuentra el balneario de Tortugas (Casma, Perú) y donde está ubicada la playa “El Inca”, deben hacer uso de tanques sépticos como medida ante la falta de sistemas adecuados de tratamiento, con el escaso conocimiento de los impactos negativos al medio ambiente que genera la infiltración de sus efluentes.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de los efluentes de tanques sépticos en la calidad del agua y sedimento en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017?

1.4. Delimitación del estudio

El estudio de investigación está circunscrito a evaluar el impacto ambiental que estaría generando la infiltración de los efluentes de tanques sépticos en el suelo natural de arena y que por efecto de percolación se estaría afectando la calidad del agua y sedimento marino costero, en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño del año 2017.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

Todo ser humano tiene derecho a una calidad de vida idónea, a vivir sanamente, sin la influencia negativa de agentes nocivos que quebranten su salud y tener bienestar con el medio donde habita. En tal sentido, es necesario conocer en qué medida la infiltración de los efluentes de los tanques sépticos conteniendo materia orgánica disuelta, fosfatos, nitratos, nitritos, amonio, coliformes totales y termo-tolerantes, está perturbando la calidad del agua de mar en términos de DBO_5 , fosfatos, nitratos, nitritos oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, coliformes totales y termo-tolerantes, así como la del sedimento marino en términos de fosfatos, nitratos y amonio en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas, (Casma, Perú).

Por otro lado, el balneario de Tortugas y de modo particular la playa “El Inca”, durante la estación de verano, se constituyen en espacios muy adecuados para la recreación de la población de las ciudades de Chimbote y Casma, así como también para muchas personas de otras regiones del país; razón por la que se deben agotar los esfuerzos para mantener un equilibrio ecosistémico. No obstante esta lógica, para la sostenibilidad de estos recursos, se vienen realizando actividades humanas que de no ser adecuadamente planteadas y ejecutadas pueden desequilibrar el ecosistema y con ello también otras actividades, como la recreacional, la extracción de recursos hidrobiológicos, turismo, etc.

En este sentido, el destino final de los efluentes de los tanques sépticos existentes en la playa “El Inca” podría estar ejerciendo impactos

negativos en la calidad del agua y sedimento, y por tanto afectar la balneabilidad de esta playa, generando impactos negativos colaterales desde el punto de vista económico ya que se verían afectadas actividades conexas como el expendio de comidas, bebidas, alojamiento, transportistas, etc.

Asimismo, los resultados de esta investigación servirán como referente para otros lugares que semejen problemática parecida a la descrita, así como también ayude para plantear otros estadios que finalmente sumen para la elaboración de una propuesta de manejo ambiental de los efluentes de tanques sépticos, a fin de mejorar la calidad de vida de las personas y evitar el deterioro ambiental de las playas a las que se encuentran circunscritas.

Por tal motivo, es justificable e importante nuestro interés en la investigación de este problema ambiental.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo General

Evaluar el impacto del proceso de filtración generado por los tanques sépticos en la calidad del agua y sedimento, en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017.

1.6.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el agua de los tanques sépticos, en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), fosfatos (PO_4^{3-}), nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), coliformes totales y termo-tolerantes, en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante el verano 2017.

- Analizar la calidad física del agua de mar en términos de temperatura, sólidos disueltos totales (SDT), conductividad eléctrica y salinidad en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017.
- Analizar la calidad química del agua de mar en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fosfatos (PO₄³⁻), nitratos (NO₃⁻), nitritos (NO₂⁻), oxígeno disuelto (OD) y pH en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017.
- Analizar la calidad microbiológica del agua de mar en términos de coliformes totales y termo-tolerantes en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017.
- Analizar la calidad del sedimento marino en términos de fosfatos (PO₄³⁻), nitratos (NO₃⁻) y amonio (NH₄⁺), en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017.

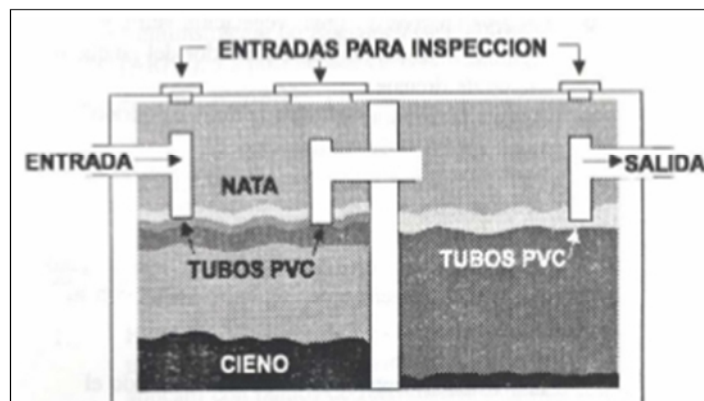
CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

¿Cómo trabaja un sistema séptico?

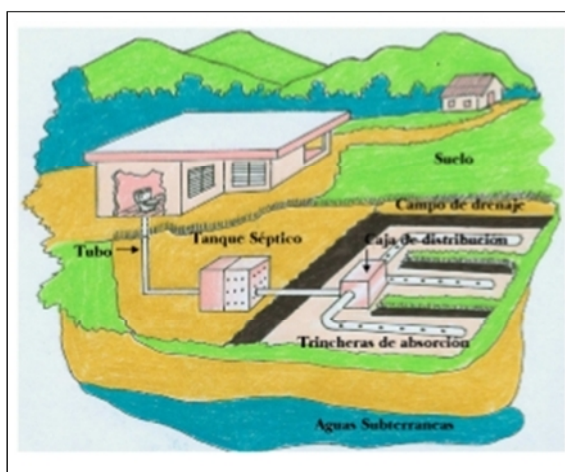
Las aguas usadas de los domicilios fluyen a través de tuberías hacia un tanque del sistema séptico. En el tanque, los sólidos pesados se depositan en el fondo formando una capa de cieno o lodo, mientras la grasa y los sólidos livianos flotan a la superficie formando una capa.



Fuente: Servicio de extensión agrícola - SEA, Puerto Rico (1998).

Figura 7. Funcionamiento de un tanque séptico.

El agua sale del tanque por gravedad, puede bombearse a la caja de distribución y de allí a las trincheras de absorción (Fig. 8).



Fuente: Servicio de extensión agrícola - SEA, Puerto Rico (1998).

Figura 8. Diagrama de distribución y funcionamiento de sistemas sépticos.

Los microorganismos presentes en el agua y en los cienos consumen las partículas de materia orgánica, además de gérmenes y virus dañinos. Por lo tanto, el agua que se percola a través del suelo debe estar libre de contaminantes biológicos. Las capas de lodo y nata (capa de sólidos livianos y lípidos) restantes se acumulan en el tanque debido a que las bacterias no los pueden descomponer completamente hasta que eventualmente es necesario bombear dichos sólidos fuera del tanque (Gonzales, 1998, p.4-5).

Huerta *et al.* (2008, p.171) y Turbé *et al.* (2010, p.3), sostienen que en los procesos de infiltración, incorporación de la materia orgánica y aireación en los campos de infiltración, son sus características granulométricas propias así como los macro-invertebrados del suelo los que intervienen; y son los microorganismos, como las bacterias, los hongos y los protozoos, los cuales pueden denominarse ingenieros químicos del suelo, los responsables de la descomposición de la materia orgánica y de hacer disponibles los nutrientes para las plantas.

Pero, una de las principales preocupaciones en cuanto a la contaminación por efluentes de tanques sépticos, de acuerdo con Pacheco y Cabrera (2003, p.49), “es el vertido de la carga contaminante al subsuelo asociada con saneamiento sin alcantarillado que se emplea en áreas residenciales, tanques o fosas sépticas y letrinas, debido al riesgo potencial de contaminación por nitratos que proviene de las unidades de descomposición de excretas”. En este sentido, existen normas legales como los Límites Máximos Permisibles (LMP), que por analogía se han determinado para efluentes residuales domésticos, según el cuadro adjunto.

Tabla 2. LMP para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas PTARD (Perú, 2010).

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
DBO ₅	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
SST	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Ministerio del Ambiente MINAM, D.S N° 003-2010.

De acuerdo con Rodríguez *et al.* (2012, p.114-115) la calidad sanitaria del agua de los sistemas sépticos puede ser evaluada examinando la presencia de microorganismos indicadores, como son las bacterias coliformes que incluyen enterobacterias de vida libre y de origen intestinal; ya que es posible encontrar coliformes fecales tanto en aguas superficiales como subterráneas, en los pozos y perforaciones, lo cual puede deberse a defectos en la construcción y a la ausencia o irregularidad en el mantenimiento. De esta forma, el agua del cuerpo receptor puede contener microorganismos que causan enfermedades diarreicas. Estos padecimientos son causados por bacterias, virus y protozoarios que se dispersan a través de la ruta fecal– oral y que

potencialmente pueden ser transmitidos a través del contacto primario con aguas para uso recreativo contaminadas (Ramírez *et al.*, 2009, p.3). En ese sentido, en nuestro país se han elaborado normas legales como los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas, los cuales se detallan y consignan en los siguientes cuadros.

Tabla 3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas, vigentes en la legislación peruana, para la Categoría 1 (Poblacional y Recreacional), 2015

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación				Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
Parámetros	Unidad de medida	Contacto primario	Contacto secundario			Contacto primario	Contacto secundario
		FÍSICOS - QUÍMICOS				Berilio	mg/L
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**	Boro	mg/L	0,5	**
Cianuro libre	mg/L	0,022	0,022	Cadmio	mg/L	0,01	**
Cianuro Wed	mg/L	0,06	**	Cobre	mg/L	2	**
Color	Color verdadero. Escala PtCo	Sin cambio normal	Sin cambio normal	Cromo total	mg/L	0,05	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	Cromo VI		0,05	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50	Hierro	mg/L	0,3	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente	Manganeso	mg/L	0,1	**
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Mercurio	mg/L	0,001	**
Nitratos (NO ₃ ⁻ - N)	mg/L	10	**	Niquel	mg/L	0,02	**
Nitritos (NO ₂ ⁻ - N)	mg/L	1	**	Plata	mg/L	0,01	0,05
Olor	Factor de dilución a 25°C	Aceptable	**	Plomo	mg/L	0,01	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>= 5	>= 4	Selenio	mg/L	0,01	**
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**	Uranio	mg/L	0,02	0,02
Sulfuros	mg/L	0,05	**	Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Turbiedad	UNT	100	**	Zinc	mg/L	3	**
INORGÁNICOS				MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Aluminio	mg/L	0,2	**	Coliformes termotolerantes	NPM/100 mL	200	1 000
Antimonio	mg/L	0,005	**	<i>Escherichia coli</i>	NPM/100 mL	Ausencia	Ausencia
Arsénico	mg/L	0,01	**	Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Bario	mg/L	0,7	**	<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
				Enterococos intestinales	NPM/100 mL	200	**
				<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100mL	0	0
				<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100mL	Ausencia	Ausencia

Continúa Tabla 3

	<p>Nota 2: -UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad. -NMP/100 mL: Número más probable en 100 mL. -El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría. -Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.</p>
--	--

Fuente: Ministerio del Ambiente MINAM, D.S N° 004-2017.

Tabla 4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas, vigentes en la legislación peruana, para la Categoría 4 (Conservación del medio acuático), 2015

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero. Escala PtCo	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	µS/cm	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>= 5	>= 5	>= 5	>= 4	>= 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 a 8,5	6,8 a 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<= 25	<= 100	<= 400	<= 100	<= 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,54	0,54	0,54	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1,0	1,0	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						

Continúa Tabla 4.

Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilo Policlorado (PCB)	mg/L	0.000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordeno	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDO y 4,4-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfan	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000
<p>(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).</p> <p>(b) Después de la filtración simple.</p> <p>(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO_3^--N), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).</p> <p>Δ 3: Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.</p> <p>Nota 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría. - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario. <p>(1) Aplicar la Tabla N°1 sobre el estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras marino costeras y continentales.</p> <p>(2) Aplicar la Tabla N°2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).</p>						

Fuente: Ministerio del Ambiente MINAM, D.S N° 004-2017

Por otra parte, los componentes químicos que se percolan a la napa freática costera y contaminan el sedimento y agua de mar son diversos y se caracterizan de acuerdo a la fuente contaminante, siendo los compuestos nitrogenados (nitratos, nitritos, amonio), fosfatos y sulfuros los más importantes, ya que su incremento en los ecosistemas acuáticos promueven los procesos de eutrofización. En este sentido, las altas concentraciones de fosfatos y compuestos nitrogenados presentes en los ecosistemas acuáticos estudiado por Pearl (2006, p.41) y Torbick *et al.*

(2008, p.559-560), coinciden en que provocan que exista una sobrepoblación de plantas acuáticas las cuales consumen gran cantidad de oxígeno disuelto en el agua, dando características de hipoxia (o anoxia) al agua, característica que se hace más crónica cuando estas plantas mueren, por la gran cantidad de sólidos en suspensión existente, que se traduce en altas concentraciones de materia orgánica.

2.2. Marco conceptual

Balneario residencial

Referida a la aparición de un nuevo tipo de asentamiento urbano basado en una valorización de elementos naturales como las playas, que a partir de finales del siglo XIX dejan de ser, según Mantobani (1997) “tan sólo un elemento natural desaprovechado desde el punto de vista económico para convertirse en la condición del exitoso modelo de urbanización” (Ivars y Vera, 2008, p. 85-86).

Calidad de sedimento y agua de mar

Según Bonilla *et al.* (1994, p.4), la calidad de sedimento y agua de mar se determina de acuerdo a como son las regiones de transición entre las zonas costeras de mares y océanos, los cuales están altamente influenciados por la surgencia costera, que debido a su hidrodinámica contribuye al aporte exógeno de origen antropogénico, por la escorrentía límnic continental, la pluviométrica y la hidrodinámica costera. Hidrobiogeoquímicamente esto se complementa con abundantes especies y sustancias químicas de diverso origen, ricos en nutrientes nitrogenado, fosforado, orgánico e inorgánico que favorecen la regeneración de los mismos desde el fondo hacia la columna de agua, caracterizándolos como un ecosistema de gran fertilidad biológica y orgánica.

Campo de infiltración

Es el área de terreno donde se dispone el efluente proveniente del tanque séptico. Está compuesto por campos superficiales (a nivel del terreno) y otros subterráneos; ambos tipos permiten la disposición final y la distribución de las aguas residuales provenientes de un sistema de tratamiento primario. Los campos de infiltración reciben directamente el efluente del tanque séptico; para el caso de los campos superficiales está conformada por una serie de tuberías convenientemente localizadas, el diseño y distribución de dichas tuberías depende de la forma y tamaño del área disponible, de la capacidad requerida, de la topografía del terreno y de la tasa de infiltración del subsuelo; para el caso de los campos subterráneos el diseño y distribución de tuberías es aleatoria o al azar. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2012, p.2).

Equilibrio ecológico

Es la capacidad de un ecosistema en mantener su estructura (riqueza, abundancia relativa de las especies, biomasa en pie, relaciones tróficas) y funcionamiento (productividad, descomposición, eficiencias energéticas) dentro de ciertos intervalos de valores, a lo largo del tiempo (López, 2012, p. 10).

Efluente líquido

Líquido que sale de una unidad de tratamiento luego de ser tratado en ésta (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2012, p.2)

Eutrofización

El concepto de eutrofización está definido por la Comisión Europea en su Directiva 91/271/CEE (European Commission Directive, 1998) como "el aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno o de fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta" (García *et al.*, 2015, p.51).

Impacto ambiental

Impacto ambiental es la alteración significativa del ambiente, de los sistemas naturales transformados y de sus recursos, provocada por acciones humanas y de carácter positiva o negativa. Cuando son directos involucran la pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental como contaminar aguas, talar bosques, etc. Cuando son indirectos inducen o generan otros riesgos sobre el ambiente como la erosión antrópica, inundaciones, etc. (Espinoza, 2001, p.25).

Percolación

Es el flujo o goteo de un líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2012, p.2).

Playa

El marco legal español referente a costas, señala que las playas son "zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, tengan vegetación o no, formadas por la acción del mar o del viento marino, u otras causas naturales o artificiales". El anterior texto engloba a la tras-playa eólica (transplaya, playa interna o playa seca) de acuerdo con los geólogos y geógrafos. Sin embargo, no está recogida, por lo menos explícitamente, la playa sumergida. Esta existe siempre que haya depósito de materiales, más gruesos que los principales constituyentes del limo, en un ambiente sumergido, próximo a la orilla. Se prolonga mar adentro, hasta donde se deja sentir el oleaje en profundidad. En la ribera del mar, la playa intermareal - seca está situada, administrativamente, en la zona marítimo-terrestre. La fachada (playa sumergida) se encuentra ya en el mar territorial. Debe tenerse en cuenta que el sector intermareal, en aquellas playas sometidas a amplios acarreo de mareas, ocupa gran parte del ambiente delimitado por las rompientes y la orilla. Y estos dos límites enmarcan el escenario quizás más activo, incluidos los procesos

sedimentarios, de una playa. En el apartado a) del Artículo 3, del ya indicado texto legal, el límite externo, de la zona marítimo terrestre, lo establece la línea de bajamar escorada, en su nivel más bajo, esto es, en la bajamar máxima equinoccial. El límite interno lo determina el alcance de las olas, en los mayores temporales conocidos, o, si penetra más hacia tierra, la línea de pleamar máxima viva equinoccial. La franja de protección de los 100 metros se fija a partir de este límite interno (Martínez, 1997, p.31).

Tanque séptico

El tanque séptico es una estructura para la separación de sólidos que contienen las aguas residuales domésticas para su buena infiltración en los sistemas de percolación que necesariamente se instalan a continuación. Asimismo, en esta estructura se realiza una sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas negras que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2012, p.2).

Transecto

Es una técnica de observación y registro de datos a lo largo del cual se realizan las observaciones o se toman las muestras para un proyecto científico de investigación (Wikcionario, 2017, p.1).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis central de la investigación

Los efluentes de tanques sépticos impactan significativa y negativamente en la calidad del agua y sedimento en la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú) durante el verano, debido a la mayor presencia humana.

3.2. Variables e indicadores de la investigación

3.2.1. Variables

Efluentes de tanques sépticos, líquido que efluye de tanques sépticos, luego del proceso de biodigestión de aguas residuales domésticas, provenientes de una vivienda o conjunto de viviendas y que es dispuesto para su infiltración en el terreno o suelo natural.

Calidad del agua y sedimento marino, suelo y agua de mar, con características específicas, que la hacen valorable en la preservación del medio ambiente marino.

3.2.2. Definición operacional

3.2.3. Indicadores

Tabla 5. Operacionalización de variables, conversión de las variables conceptuales en operacionales.

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL			
	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	TIPO DE VARIABLES
Efluentes de tanques sépticos	Física	-Volumen vertido a campo de infiltración	L	Numérica / continua
		-Temperatura	°C	Numérica / continua
	Química	-DBO ₅ -DQO -Fosfatos -Nitratos -Nitritos -pH	mg / L mg / L mg / L mg / L mg / L -	Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua
Microbiológica	-Coliformes totales -Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL NMP/100 mL	Numérica / discreta Numérica / discreta	
Calidad del agua de mar	Física	-Temperatura	°C	Numérica / continua
		-Solidos disueltos totales	g / L	Numérica / continua
		-Conductividad -Salinidad	μS ppm	Numérica / continua Numérica / continua
Química	-Oxígeno disuelto -DBO ₅ -Fosfatos -Nitratos -Nitritos -pH	mg / L mg / L mg / L mg / L mg/L -	Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua	
Microbiológica	-Coliformes totales -Coliformes termo-tolerantes	NMP/100 mL NMP/100 mL	Numérica / discreta Numérica / discreta	
Calidad del sedimento marino	Química	-Fosfatos -Nitratos -Amonio	mg / kg mg / kg mg / kg	Numérica / continua Numérica / continua Numérica / continua

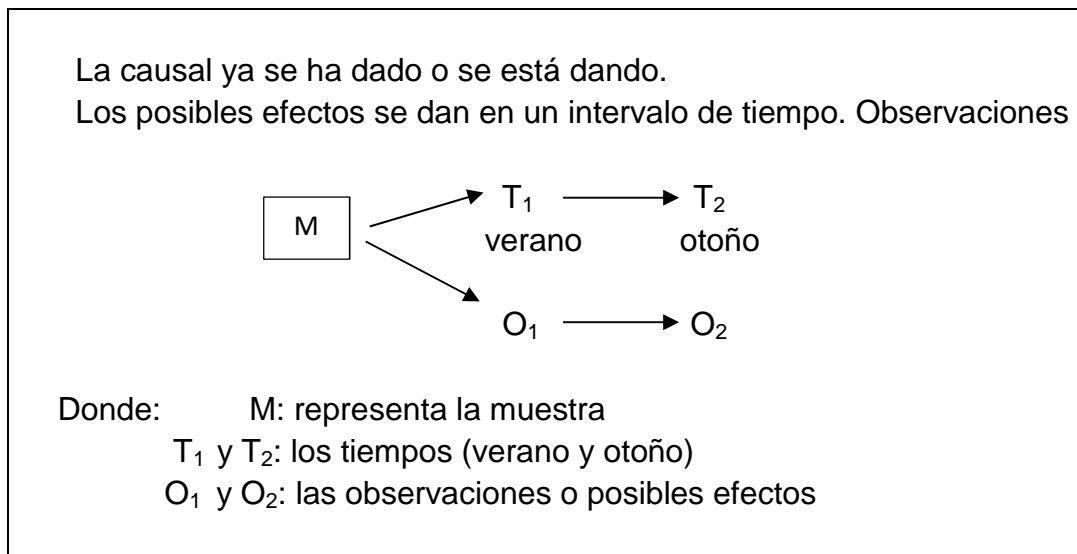
Fuente: Elaboración propia (2016).

3.3. Método de la investigación

Se utilizó el método descriptivo u observacional para tener una percepción clara y exacta de los impactos ambientales generados por la infiltración subterránea de los efluentes de tanques sépticos en la calidad del agua y sedimento marino de la playa “El Inca” del balneario de Tortugas (Casma, Perú) en verano y otoño 2017.

3.4. Diseño y esquema de la investigación

Para el trabajo de investigación se utilizó el diseño ex post-facto prospectivo, el cual sirve para determinar las relaciones entre variables en un intervalo de tiempo, tal y conforme se presentan en la realidad, sin intervención del investigador y se utiliza cuando se observa uno o varios factores, a los que se les trata de buscar sus posibles efectos en un intervalo de tiempo hacia el futuro (Tresierra, 2010, p.97)



Fuente: Diseños descriptivos. Tresierra (Perú, 2010).

Figura 9. Esquema de la investigación para contrastar la variable efecto en dos momentos temporales.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población del estudio se encuentra determinada por la playa “El Inca” perteneciente al balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante verano y otoño 2017.

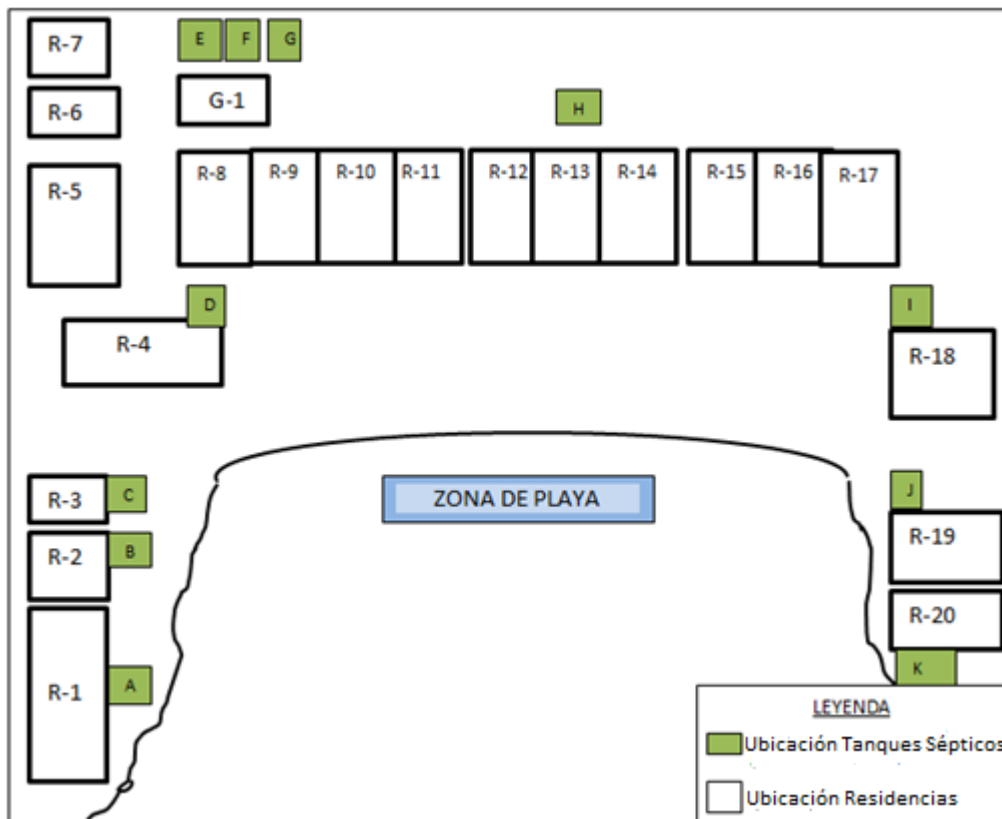
3.5.2. Muestra

Con la finalidad de asegurar la representatividad de la muestra, para las variables calidad del agua y sedimento marino se utilizó el método de transectos, tomándose las muestras en la playa “El Inca” perteneciente al balneario de Tortugas (Casma, Perú), durante el verano y el otoño 2017. Por otra parte, y de acuerdo a los parámetros de cada variable, los muestreos se hicieron análogamente como lo estipula López *et al.* (2009, p.274), así como del manual “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor” (Ministerio de la Producción, 2013) (Anexo 1).

3.6. Actividades del proceso investigativo

Se realizó una revisión de la bibliografía referente al objeto de investigación con el fin de sustentar y clarificar la idea de investigación y también obtener información sobre estudios similares a nivel nacional e internacional la cual fue importante para formular el problema e hipótesis y establecer la metodología del trabajo de campo.

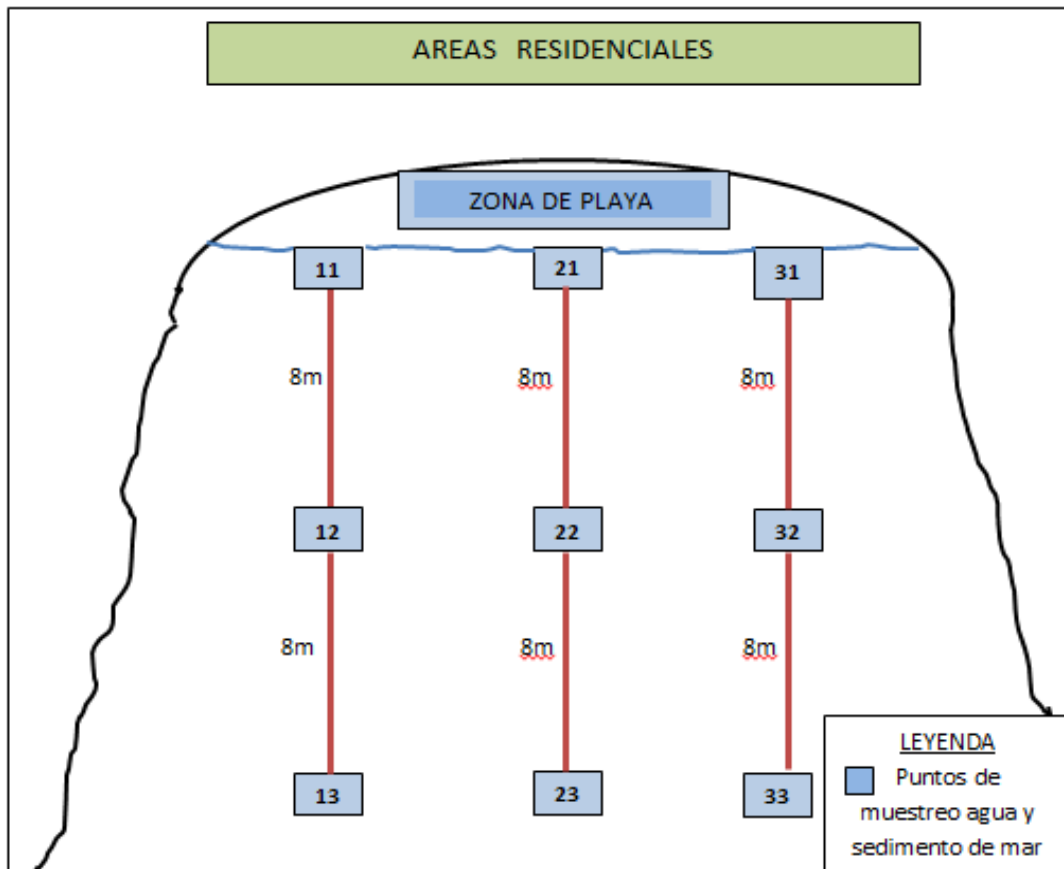
Las muestras de los efluentes de tanques sépticos se recolectaron de forma puntual, en uno de los tanques sépticos nombrado con la letra H, el cual recepciona las aguas residuales de las nueve residencias que se sitúan frontalmente a la playa, como son las residencias R-9, R-10, R-11, R-12, R-13, R-14, R-15, R-16 y R-17 (Fig. 10). También se tomó información de todos los domicilios del área residencial de la playa “El Inca”, a fin de obtener el número de habitantes y el consumo de agua en los 90 días de la estación de verano (del 21 de diciembre 2016 al 20 de marzo 2017).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Figura 10. Distribución de residencias y tanques sépticos, playa “El Inca” (Ancash, Perú), verano y otoño 2017.

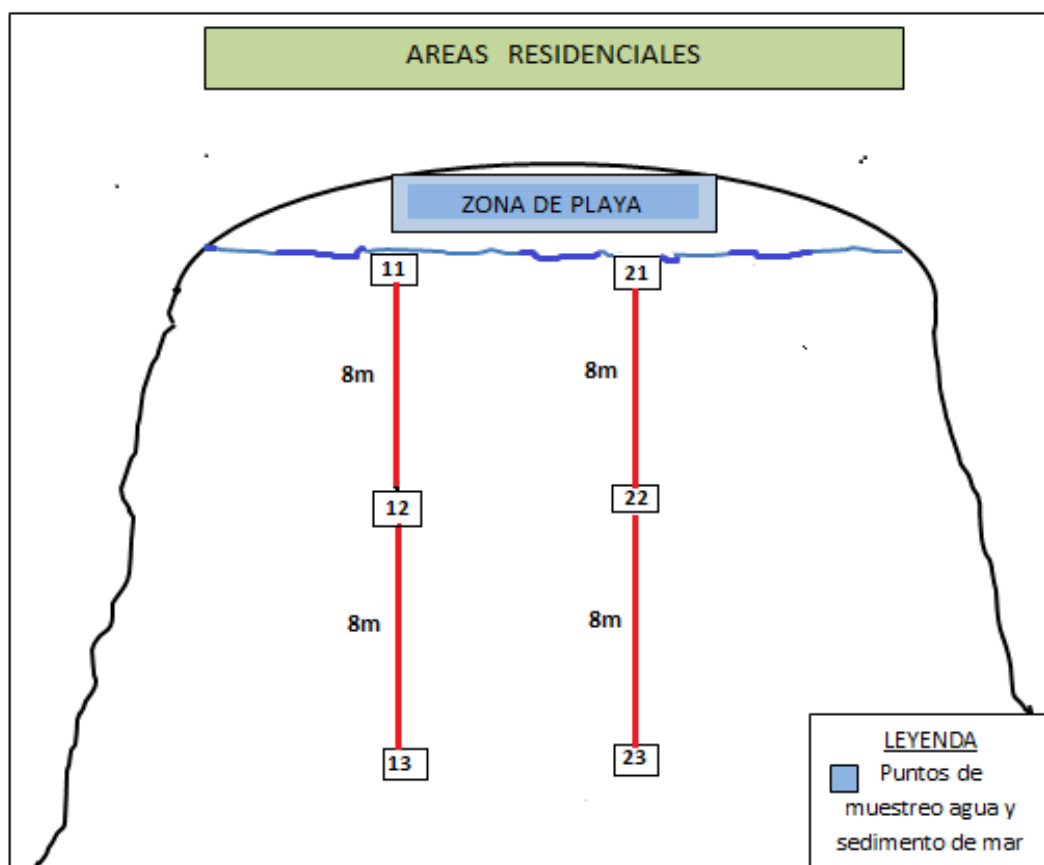
Al finalizar la estación de verano, para el caso del muestreo de agua y sedimento marino, se trazaron tres transectos paralelos entre sí y distantes 15 m desde los dos extremos de playa y a 30 m entre ellos. Cada transecto se trazó desde la bajamar y cada 8 m en dirección de ésta fue un punto de muestreo. Por cada transecto se registraron tres puntos, lo que significa se hicieron nueve puntos de muestreo en total, como se muestra en la Fig. 11 (López *et al.*, 2009, p.274). Los tres transectos fueron geo-referenciados (Anexo 2, Tabla 16).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Figura 11. Distribución de transectos y puntos de muestreo de agua y sedimento marino, playa "El Inca" (Ancash, Perú), verano 2017.

Con el propósito de contrastar los resultados obtenidos en verano, al finalizar la estación de otoño, para el caso del muestreo de agua y sedimento marino, se trazaron dos transectos paralelos entre sí y distantes 30 m desde los dos extremos de playa y a 30 m entre ellos. Cada transecto se trazó desde la bajamar y cada 8 m en dirección de ésta fue un punto de muestreo. Por cada transecto se registraron tres puntos de muestreo, lo que significa se hicieron seis puntos de muestreo en total (Fig. 12). Ambos transectos fueron geo-referenciados (Anexo 2, Tabla 17).



Fuente: Elaboración propia (2017).

Figura 12. Distribución de transectos y puntos de muestreo de agua y sedimento marino, playa “El Inca” (Ancash, Perú), otoño 2017.

3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación

Las técnicas que se realizaron para evaluar las características del agua de los tanques sépticos, la calidad del agua y sedimento marino, se hicieron análogamente como lo estipula López et al. (2009, p.274), así como del manual “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor” (Ministerio de la Producción, 2013) (Anexo 1).

En cuanto a los instrumentos de medición utilizados, estos fueron instrumentos mecánicos e instrumentos documentales. Los instrumentos mecánicos que se usaron fueron balanza, GPS Rino 120, potenciómetro Hanna (sensibilidad 0,1), probetas, pipetas, conductímetro YSI S-300 (sensibilidad 0,1) para medir conductividad (μS), salinidad (ppm) y temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Los instrumentos documentales que se usaron fueron

registro específico, fichas o guías de observación, hojas de control, chequeo o cotejo, notas de campo.

Adicionalmente, para documentar la recopilación de información, se utilizó una cámara digital que nos permite sustentar el trabajo realizado dentro del área de influencia de nuestro estudio de investigación.

3.8. Procedimiento para recolección de datos

A excepción del procedimiento para el cálculo del volumen total de los efluentes de tanques sépticos que fue realizada en forma diferenciada, la recolección de datos para algunos parámetros se hicieron *in situ* (OD, SDT, temperatura, conductividad, salinidad y pH) y para otros se hicieron a partir de las muestras recolectadas, preservadas, transportadas y analizadas en los laboratorios de Biología Acuática de la Universidad Nacional del Santa - UNS y COLECBI SAC.

3.8.1. Para el agua de tanques sépticos

Los datos recogidos para esta variable derivan del tanque séptico H (figura 10) y de una sola muestra, la cual fue obtenida solamente en verano. Los parámetros para esta variable fueron, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), fosfatos, nitratos, nitritos, coliformes totales y termo-tolerantes, temperatura y pH (Tabla 8).

3.8.1.1 Volumen total de efluentes

De acuerdo a lo manifestado por Howard y Bartram (2003, p.22) avalado y publicado por la Organización Mundial de la Salud - OMS (2003), una cantidad promedio de agua por persona de 50 L/día abastecida a través de un grifo público, dentro de los 100 m o 5 minutos del tiempo total de recolección, cubren las necesidades en cuanto al consumo, la higiene básica personal y de los alimentos, la lavandería y el baño; por lo tanto, el nivel del efecto en la salud es bajo. Asimismo, la Revista del Ministerio del Ambiente - MINAM (2014, p.3), argumenta que

el volumen de agua que “un peruano necesita es de 50 litros por día para cubrir sus necesidades esenciales, como la alimentación y el aseo”.

Basados en esta información se pudo realizar el cálculo aproximado del consumo de agua (que se traduce en aguas servidas negras y grises) por residencia y número de ocupantes, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Consumo teórico de agua en los domicilios, playa “El Inca” (Ancash, Perú), diciembre 2016 a marzo 2017.

N° Residencia	N° de Personas por residencia	Consumo de agua (L/día)	Consumo de agua (L) en período verano (90 días). Del 21 dic. 2016 al 20 marzo 2017
R-1	4	200	18 000
R-2	3	150	13 500
R-3	4	200	18 000
R-4	5	250	22 500
R-5	5	250	22 500
R-6	2	100	9 000
R-7	2	100	9 000
R-8	4	200	18 000
R-9	2	100	9 000
R-10	2	100	9 000
R-11	5	250	22 500
R-12	3	150	13 500
R-13	2	100	9 000
R-14	7	400	36,000
R-15	5	250	22 500
R-16	6	300	27 000
R-17	6	300	27 000
R-18	6	300	27 500
R-19	4	200	18 000
R-20	5	250	22 500
G-1 (guardianía)	2	100	9 000
Total	85	4 250	382 500

Fuente: Elaboración propia (2017).

El consumo de agua en la estación de otoño en los domicilios de la playa “El Inca” es mínimo o casi nulo, debido a la no afluencia de residentes en este período.

Tabla 7. Calculo volumen teórico de efluente de tanques sépticos, playa “El Inca” (Ancash, Perú), verano 2017.

Ubicación de tanques sépticos	N° de Residencias por tanque séptico	Consumo de agua (L/día)	Consumo de agua (L) período verano (90 días)	Tipo de tanque séptico	Capacidades de tanques sépticos (L)
A	R-1	200	18 000	T-2	2000 + 3000
B	R-2	150	13 500	T-2	1800 + 2500
C	R-3	200	18 000	T-2	1800 + 2500
D	R-4	250	22 500	T-2	2000 + 2500
E	R-5 R-8 G-1	550	49 500	T-3	5000
F	R-6	100	9 000	T-3	3000
G	R-7	100	9 000	T-3	3000
H	R-9 R-10 R-11 R-12 R-13 R-14 R-15 R-16 R-17	1 950	175 500	T-1	1600 + 6000
I	R-18	300	27 000	T-2	1800 + 2500
J	R-19	200	18 000	T-2	2000 + 2500
K	R-20	250	22 500	T-2	2000 + 2500
Total		4 250	382 500		50,000
Volumen total efluente vertido en verano = 382 500 – 50 000 = 332 500 L					

Fuente: Elaboración propia (2017).

3.8.1.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La recolección del dato de este parámetro se realizó en el Laboratorio de Biología Acuática de la UNS a partir de la muestra obtenida, para lo cual se realizaron dos diluciones $D_1 = 10 / 1000$ y $D_2 = 100 / 1000$, y se prosiguió con la marcha analítica protocolar según el Manual de prácticas de Ecología Acuática (Badillo *et al.*, 2010).

3.8.1.3 Demanda química de oxígeno (DQO)

La recolección del dato de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de la muestra homogenizada obtenida y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22nd Ed.2012 (Incluye Muestreo). Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Titrimetric Method.

3.8.1.4 Fosfatos

La recolección del dato de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de la muestra homogenizada obtenida y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500B, E.

3.8.1.5 Nitratos

La recolección del dato de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de la muestra homogenizada obtenida y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₃⁻, E.

3.8.1.6 Nitritos

La recolección del dato de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de la muestra homogenizada obtenida y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₂⁻, B.

3.8.1.7 Coliformes totales

La recolección del dato de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de la muestra homogenizada obtenida y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221- B, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-66 a 9-67. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

3.8.1.8 Coliformes termotolerantes

La obtención del dato de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de la muestra homogenizada obtenida

y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221- E, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-74 a 9-75. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

3.8.1.9 Potencial de hidrógeno (pH)

De igual modo, la recolección del dato de este parámetro se realizó *in situ* a partir de la muestra homogenizada obtenida y se utilizó un potenciómetro Hanna de sensibilidad 0,1.

3.8.1.10 Temperatura

La recolección del dato de este parámetro se realizó *in situ* a partir de la muestra homogenizada obtenida y se utilizó un termómetro calibrado marca Boeco Germany de rango 10°C a 50°C.

3.8.2 Para la calidad del agua de mar

Para esta variable, los datos recogidos fueron obtenidos en las estaciones de verano y otoño. Los parámetros para esta variable fueron: demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fosfatos, nitratos, nitritos, oxígeno disuelto (OD), sólidos disueltos totales (SDT), salinidad, conductividad eléctrica, coliformes totales y termo-tolerantes, temperatura y pH (Anexo 3).

3.8.2.1 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el Laboratorio de Biología Acuática de la UNS a partir de las muestras recolectadas y para lo cual se realizó la marcha analítica protocolar según el Manual de prácticas de Ecología Acuática (Badillo *et al.*, 2010).

3.8.2.2 Fosfatos

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500B, E.

3.8.2.3 Nitratos

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₃⁻, E.

3.8.2.4 Nitritos

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio de COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₂⁻, B.

3.8.2.5 Oxígeno disuelto (OD)

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se empleó el método Winkler según el Manual de prácticas de Ecología Acuática (Badillo *et al.*, 2010, p.19-21).

3.8.2.6 Sólidos disueltos totales (SDT)

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó el instrumento YSI S-300 con sensibilidad 0,1 g/L.

3.8.2.7 Salinidad

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó el instrumento YSI S-300 con sensibilidad 0,1 ppm.

3.8.2.8 Conductividad eléctrica

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó el instrumento YSI S-300 con sensibilidad 0,1 µS.

3.8.2.9 Coliformes totales

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221- B, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-66 a 9-67. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

3.8.2.10 Coliformes termo-tolerantes

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio de COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221- E, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-74 a 9-75. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

3.8.2.11 Potencial de hidrógeno (pH)

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó un potenciómetro Hanna de sensibilidad 0,1.

3.8.2.12 Temperatura

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó un termómetro calibrado marca Boeco Germany de rango 10°C a 50°C.

3.8.3 Para la calidad del sedimento marino

Para esta variable, de igual modo, los datos recogidos fueron obtenidos en las estaciones de verano y otoño. Los parámetros para esta variable fueron fosfatos, nitratos, amonio, temperatura y pH (Anexo 4).

3.8.3.1 Fosfatos

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500B, E.

3.8.3.2 Nitratos

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₃⁻, E.

3.8.3.3 Amonio

La obtención de los datos de este parámetro se realizó en el laboratorio COLECBI SAC a partir de las muestras recolectadas y de acuerdo a la metodología señalada por SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NH₃, F (empleada como nitrógeno amoniacal).

3.8.3.4 Temperatura

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó un termómetro calibrado marca Boeco Germany de rango 10°C a 50°C.

3.8.3.5 Potencial de hidrógeno (pH)

La obtención de los datos de este parámetro se realizó *in situ* a partir de las muestras recolectadas y se utilizó un potenciómetro Hanna de sensibilidad 0,1.

3.9. Técnicas y procesamiento de datos

Luego de haber culminado con el trabajo de recopilación de datos, estos se ordenaron, resumieron y evaluaron de acuerdo a la naturaleza de las variables de interés indicados en la presente investigación. Se elaboraron los cuadros y mediante el programa estadístico SPSS v.21 se procesaron los datos.

Para el análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva y la inferencial. Mediante la estadística descriptiva se obtuvo la media, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y rango para los nueve datos de cada parámetro. La estadística inferencial se utilizó para calcular

la normalidad de los datos con la prueba K-S para 1 muestra, para los nueve datos de cada parámetro según el detalle siguiente:

Si: $P > = 5\%$, entonces se utiliza prueba paramétrica

Si: $P < = 5\%$, entonces se utiliza prueba no paramétrica

Para las pruebas de hipótesis se utilizó la prueba paramétrica T-Student y la no paramétrica de Wilcoxon, con un nivel de significancia = 5%. Ambas pruebas se utilizaron para la comparación de medias relacionadas en dos momentos temporales (verano y otoño), tanto del agua y sedimento marino para seis datos de cada parámetro. Para poder aplicar esta prueba, se descartaron tres datos menores por parámetro de las variables agua y sedimento marino de la estación de verano e igualar al número de datos de la estación de otoño. El análisis no requirió prueba previa de varianzas (σ^2) y se utilizó la siguiente prueba estadística:

$H_1: \mu_{\text{Verano}} \neq \mu_{\text{Otoño}}$ Se acepta si $P < = 5\%$

$H_0: \mu_{\text{Verano}} = \mu_{\text{Otoño}}$ Se acepta si $P > = 5\%$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Del agua del tanque séptico

Los resultados de la Tabla 8 tienen su origen en el análisis y caracterización de una sola muestra procedente del tanque séptico H obtenida en verano (Fig. 10).

Tabla 8. Datos del agua de tanque séptico H, playa “El Inca” (Ancash, Perú), verano 2017.

Parámetros	Cantidad
DBO ₅ (mg/L)	2 580
DQO (mg/L)	16 533
Nitritos (mg/L)	0,641
Nitratos (mg/L)	21,81
Fosfatos (mg/L)	3,24
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	13x10 ⁵
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	13x10 ⁵
Temperatura (°C)	36,5
pH	5,85

4.1.2. De la calidad del agua de mar

Los resultados obtenidos para los parámetros de la calidad del agua de mar (Tabla 9), en cuanto a las diferencias de sus medias del verano al otoño se pueden categorizar en diferencias altas, bajas, nulas y negativas.

La temperatura y la conductividad obtuvieron una alta diferencia de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo, por ejemplo para la temperatura la media de verano ($28,944^{\circ}\text{C}$) notoriamente mayor que la de otoño ($18,867^{\circ}\text{C}$).

Los sólidos disueltos totales (SDT), la DBO_5 y el oxígeno disuelto (OD) obtuvieron una baja diferencia de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo, por ejemplo para los SDT la media de verano ($20,844 \text{ g/L}$) no tan diferenciada que la de otoño ($17,262 \text{ g/L}$).

Para los coliformes totales y termotolerantes se obtuvo una nula diferencia de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo, las medias de verano ($1,800 \text{ NMP/100 mL}$) igual a las de otoño ($1,800 \text{ NMP/100 mL}$).

Sin embargo, para la salinidad, los nitratos, los fosfatos, los nitritos y el pH se obtuvieron diferencias negativas de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo, por ejemplo para la salinidad la media de verano ($32,444 \text{ ppm}$) menor que la de otoño ($35,467 \text{ ppm}$).

Tabla 9. Valores para los parámetros de la calidad del agua de mar registrados en verano y otoño 2017, playa “El Inca” (Ancash, Perú).

Parámetros	Momento temporal	Media	Desviación estándar	CV%	Rango	
					Mínimo	Máximo
Sólidos Disueltos Totales (g/L)	Verano	20,844	0,124	0,595	20,600	21,000
	Otoño	17,262	0,114	0,660	17,130	17,380
Conductividad eléctrica (μS)	Verano	53,467	0,283	0,529	52,900	53,800
	Otoño	45,298	0,185	0,408	45,140	45,180
Salinidad (ppm)	Verano	32,444	0,113	0,348	32,200	32,600
	Otoño	35,467	0,362	1,020	31,200	36,100
DBO ₅ (mg/L)	Verano	6,628	1,687	25,453	4,110	9,270
	Otoño	3,645	1,889	51,824	1,290	5,140
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano	6,224	1,002	16,098	5,230	7,720
	Otoño	4,003	0,888	22,183	3,430	5,150
Nitritos (mg/L)	Verano	0,021	0,0017	8,095	0,020	0,024
	Otoño	0,034	0,0330	98,507	0,020	0,101
Nitratos (mg/L)	Verano	0,064	0,008	12,500	0,051	0,074
	Otoño	0,103	0,021	20,388	0,071	0,131
Fosfatos (mg/L)	Verano	0,027	0,003	11,111	0,023	0,031
	Otoño	0,044	0,008	18,182	0,032	0,052
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	0,000	0,000	1,800	1,800
	Otoño	1,800	0,000	0,000	1,800	1,800
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	0,000	0,000	1,800	1,800
	Otoño	1,800	0,000	0,000	1,800	1,800
Temperatura (°C)	Verano	28,944	0,194	0,670	28,700	29,200
	Otoño	18,867	0,320	1,696	18,600	19,400
pH	Verano	8,006	0,027	0,337	7,950	8,030
	Otoño	8,133	0,242	2,976	7,800	8,400

Los resultados obtenidos para los parámetros de la calidad del agua de mar (Tabla 10), en cuanto a las diferencias estadísticamente significativas de sus medias del verano al otoño se pueden categorizar de dos formas, en que existen diferencias significativas y no existen diferencias significativas.

Para los sólidos disueltos totales (SDT), la conductividad eléctrica, la DBO₅, el oxígeno disuelto (OD) y la temperatura se obtuvo un alto valor positivo para T-Student y valor $P < 0.05$, por lo que se traduce en que existen diferencias significativas entre las medias (μ): verano – otoño. Siendo, por ejemplo para la conductividad eléctrica la media de verano (53,617 μ S) mayor a la de otoño (45,298 μ S).

Para los nitritos, los coliformes totales y termotolerantes y el pH se obtuvo un bajo valor, cercano a cero o cero, para T-Student o Z (Wilcoxon) y valor $P > 0,05$, por lo que se interpreta que no existen diferencias significativas entre ambas medias (μ): verano – otoño. Siendo, por ejemplo para los nitritos la media de verano (0,022 mg/L) estadísticamente igual a la de otoño (0,034 mg/L).

Para la salinidad, los nitratos y los fosfatos se obtuvo un valor negativo, alejado de cero, para T-Student y valor $P < 0,05$, por lo que se entiende que existen diferencias significativas entre las medias (μ): verano – otoño. Siendo, por ejemplo para los nitratos la media de verano (0,068 mg/L) menor a la de otoño (0,103 mg/L).

Tabla 10. Comparación de medias para los parámetros de la calidad del agua de mar entre verano y otoño 2017, playa “El Inca” (Ancash, Perú).

Parámetros	Momento temporal	Medias	n	Resultado de la prueba ($\alpha = 0,05$)	Significancia (Valor P)																																																																																																
Sólidos Disueltos Totales (g/L)	Verano	20,900	6	$t_0 = 116,068$	P = 0,000 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	17,262	6			Conductividad eléctrica (μS)	Verano	53,617	6	$t_0 = 121,906$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	45,298	6	Salinidad (ppm)	Verano	32,500	6	$t_0 = -23,134$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	35,467	6	DBO ₅ (mg/L)	Verano	7,565	6	$t_0 = 7,574$	P = 0,001 (P < 0,05)	Otoño	3,645	6	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano	6,677	6	$t_0 = 5,421$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	4,003	6	Nitritos (mg/L)	Verano	0,022	6	$t_0 = -0,907$	P = 0,406 (P > 0,05)	Otoño	0,034	6	Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)	Otoño	0,103	6	Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)
Conductividad eléctrica (μS)	Verano	53,617	6	$t_0 = 121,906$	P = 0,000 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	45,298	6			Salinidad (ppm)	Verano	32,500	6	$t_0 = -23,134$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	35,467	6	DBO ₅ (mg/L)	Verano	7,565	6	$t_0 = 7,574$	P = 0,001 (P < 0,05)	Otoño	3,645	6	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano	6,677	6	$t_0 = 5,421$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	4,003	6	Nitritos (mg/L)	Verano	0,022	6	$t_0 = -0,907$	P = 0,406 (P > 0,05)	Otoño	0,034	6	Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)	Otoño	0,103	6	Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6						
Salinidad (ppm)	Verano	32,500	6	$t_0 = -23,134$	P = 0,000 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	35,467	6			DBO ₅ (mg/L)	Verano	7,565	6	$t_0 = 7,574$	P = 0,001 (P < 0,05)	Otoño	3,645	6	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano	6,677	6	$t_0 = 5,421$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	4,003	6	Nitritos (mg/L)	Verano	0,022	6	$t_0 = -0,907$	P = 0,406 (P > 0,05)	Otoño	0,034	6	Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)	Otoño	0,103	6	Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6															
DBO ₅ (mg/L)	Verano	7,565	6	$t_0 = 7,574$	P = 0,001 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	3,645	6			Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano	6,677	6	$t_0 = 5,421$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	4,003	6	Nitritos (mg/L)	Verano	0,022	6	$t_0 = -0,907$	P = 0,406 (P > 0,05)	Otoño	0,034	6	Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)	Otoño	0,103	6	Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																								
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano	6,677	6	$t_0 = 5,421$	P = 0,003 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	4,003	6			Nitritos (mg/L)	Verano	0,022	6	$t_0 = -0,907$	P = 0,406 (P > 0,05)	Otoño	0,034	6	Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)	Otoño	0,103	6	Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																	
Nitritos (mg/L)	Verano	0,022	6	$t_0 = -0,907$	P = 0,406 (P > 0,05)																																																																																																
	Otoño	0,034	6			Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)	Otoño	0,103	6	Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																										
Nitratos (mg/L)	Verano	0,068	6	$t_0 = -4,252$	P = 0,008 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	0,103	6			Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)	Otoño	0,044	6	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																																			
Fosfatos (mg/L)	Verano	0,029	6	$t_0 = -5,569$	P = 0,003 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	0,044	6			Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																																												
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)																																																																																																
	Otoño	1,800	6			Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)	Otoño	1,800	6	Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																																																					
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Verano	1,800	6	Z = 0,000	P = 1,000 (P > 0,05)																																																																																																
	Otoño	1,800	6			Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Otoño	18,867	6	pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																																																														
Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)																																																																																																
	Otoño	18,867	6			pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Otoño	8,133	6																																																																																							
pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)																																																																																																
	Otoño	8,133	6																																																																																																		

4.1.3. De la calidad del sedimento marino

Los resultados obtenidos para los parámetros de la calidad del sedimento marino (Tabla 11), en cuanto a las diferencias de sus medias del verano al otoño se pueden categorizar en diferencias muy altas, altas, bajas y negativas.

El amonio obtuvo una diferencia notable de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo la media de verano (226,622 mg/kg) mucho mayor que la de otoño (21,700 mg/kg).

Los nitratos y la temperatura obtuvieron una alta diferencia de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo, por ejemplo para los nitratos la media de verano (26,100 mg/kg) mayor que la de otoño (15,317 mg/kg).

Los fosfatos obtuvieron una baja diferencia de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo la media de verano (9,789 mg/kg) no tan diferenciada que la de otoño (6,733 mg/kg).

Sin embargo, el pH obtuvo una diferencia negativa de sus medias (μ) del verano al otoño. Siendo la media de verano (8,006) menor a la de otoño (8,133).

Tabla 11. Valores para los parámetros de la calidad del sedimento marino registrados en el verano y otoño 2017, playa “El Inca” (Ancash, Perú).

Parámetros	Momento temporal	Media	Desviación estándar	CV%	Rango	
					Mínimo	Máximo
Nitratos (mg/kg)	Verano	26,100	12,307	47,153	15,700	52,600
	Otoño	15,317	10,444	68,185	3,200	32,100
Fosfatos (mg/kg)	Verano	9,789	3,056	31,219	4,900	13,900
	Otoño	6,733	3,587	53,275	2,300	11,700
Amonio (mg/kg)	Verano	226,622	283,443	125,07	17,100	652,800
	Otoño	21,700	25,221	116,22	1,300	68,200
Temperatura (°C)	Verano	28,944	0,194	0,670	28,700	29,200
	Otoño	18,867	0,320	1,696	18,600	19,400
pH	Verano	8,006	0,027	0,337	7,950	8,030
	Otoño	8,133	0,242	2,976	7,800	8,400

Los resultados obtenidos para los parámetros de la calidad del sedimento marino (Tabla 12), en cuanto a las diferencias estadísticamente significativas de sus medias del verano al otoño, también se pueden categorizar de dos formas, en que existen diferencias significativas y no existen diferencias significativas.

Para los nitratos, los fosfatos, el amonio y la temperatura se obtuvo un alto valor positivo para T-Student y valor $P < 0.05$, por lo que se traduce en que existen diferencias significativas entre las medias (μ): verano – otoño. Siendo, por ejemplo para los nitratos el valor de su media de verano (26,167 mg/kg) mayor a la media de otoño (15,317 mg/kg).

Sin embargo, para el pH se obtuvo un bajo valor, cercano a cero, para T-Student y valor $P > 0,05$, por lo que se interpreta que no existen diferencias significativas entre ambas medias (μ): verano – otoño. Siendo, la media de verano (8,020) estadísticamente igual a la de otoño (8,133).

Tabla 12. Comparación de medias para los parámetros de la calidad de sedimento marino entre verano y otoño 2017, playa “El Inca” (Ancash, Perú).

Parámetros	Momento temporal	Medias	n	Resultado de la prueba ($\alpha = 0,05$)	Significancia (Valor P)
Nitratos (mg/kg)	Verano	26,167	6	$t_0 = 5,112$	$P = 0,004$ ($P < 0,05$)
	Otoño	15,317	6		
Fosfatos (mg/kg)	Verano	11,567	6	$t_0 = 2,813$	$P = 0,037$ ($P < 0,05$)
	Otoño	6,733	6		
Amonio (mg/kg)	Verano	328,767	6	$t_0 = 2,663$	$P = 0,045$ ($P < 0,05$)
	Otoño	21,700	6		
Temperatura (°C)	Verano	28,050	6	$t_0 = 89,505$	$P = 0,000$ ($P < 0,05$)
	Otoño	18,867	6		
pH	Verano	8,020	6	$t_0 = -1,203$	$P = 0,283$ ($P > 0,05$)
	Otoño	8,133	6		

4.2. Discusión

4.2.1. Del agua de tanque séptico

Las características del agua del tanque séptico se compararon análogamente con los LMP para efluentes vertidos a cuerpos de aguas derivadas de PTARD. En tal sentido, la DBO₅ tuvo un valor de 2 580 mg/L y lo permitido es 100 mg/L, la DQO obtuvo un valor de 16 533 mg/L siendo lo aceptable 200 mg/L, los coliformes totales y termo-tolerantes alcanzaron valores de 13×10^5 NMP/100 mL y lo normado es 10 000 NMP /100 mL, la temperatura alcanzó niveles de 36,5°C siendo lo permitido valores menores a 35°C y el valor del pH fue de 5,85 y la norma exige valores entre 6,5 a 8,5; para los nitritos, nitratos y fosfatos no hay información pertinente de sus LMP (Ministerio del Ambiente MINAM, 2010, p.2).

En la Tabla 7 se da cuenta que existe un déficit entre la capacidad de almacenamiento de agua de los tanques sépticos de la zona urbana, localizados a unos 3 msnm y a una distancia promedio de la línea de orilla de 40 m, y el volumen teórico que habrían recibido durante el periodo de verano, y que en promedio esa diferencia representaría 332.5 m³, que definitivamente habrían inicialmente rebozado y saturado el campo de infiltración, y a su vez percolado a la playa, impactando el sedimento y el agua de mar debido a la insuficiencia de los tratamientos de aguas residuales (Daltaubuit y Meade, 2012, p.78). El nivel de percolación teórico podría ser mayor, si se considera que por defectos en la construcción de los tanques sépticos o por la antigüedad de ellos podrían presentar rajaduras (González, 1998, p.5).

En verano existe mayor afluencia de personas residentes en la playa “El Inca” los que generan altos volúmenes de efluente que se habrían percolado, impactando negativamente en la calidad del agua y sedimento marino. Muy al contrario, en otoño la no afluencia de personas residentes no generarían volúmenes de efluente que se habrían percolado. Por tanto, debido a una mayor afluencia de personas existe una repercusión en el medio ambiente por la contaminación de los ecosistemas costeros (Daltaubuit y Meade, 2012, p.53).

4.2.2. De la calidad del agua de mar

Para la calidad física del agua de mar.-

La conductividad eléctrica (verano 53,617 μ S, otoño 45,298 μ S), salinidad (verano 32,500 ppm, otoño 35,467 ppm) y la temperatura (verano 28,050°C, otoño 18,867°C) tuvieron diferencias estadísticamente significativas, por lo que cambiaron de verano a otoño. Esto se podría explicar debido al aumento de la temperatura del agua de mar por el evento de “El Niño Costero 2017” en nuestro litoral (Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” ENFEN, 2017, p.10, 12). El aumento de la temperatura influye en la conductividad eléctrica así como en la salinidad del agua (Espinoza *et al.*, 2014, p. 44, 45).

Los sólidos disueltos totales, tuvieron también diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 20,900 g/L y en otoño 17,262 g/L. Esto se podría explicar debido a que la medición de la conductividad eléctrica está directamente relacionada con los sólidos disueltos, y puede ser usado como un parámetro para determinar el tamaño de la muestra, la concentración de los SDT es directamente proporcional a la conductividad eléctrica. Por lo tanto, cuanto mayor o menor sea dicha concentración, mayor o menor será la conductividad (Giraldo, 1995, p.20).

Para la calidad química del agua de mar.-

La DBO₅ tuvo diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 7,565 mg/L y en otoño 3,645 mg/L, esto podría deberse a que en verano llegó materia orgánica biodegradable a la playa, por lo que se podría pensar que el efluente no solo llega por percolación sino también por escurrimiento superficial debido a las intensas lluvias que se originaron por el evento de “El Niño costero 2017”, en el período de diciembre 2016 a mayo 2017. La DBO₅ disminuyó al finalizar otoño por ausencia de escurrimiento superficial a la playa, advirtiéndose una diferencia significativa con respecto al verano (Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” ENFEN, 2017, p.20). La DBO₅ en verano superó los 5 mg/L para

contacto primario, pero no superó los 10 mg/L para contacto secundario de acuerdo a los ECAs para agua, categoría 1, poblacional y recreacional; asimismo, la DBO_5 en verano no superó los 10 mg/L para ecosistemas costeros y marinos de acuerdo a los ECAs para agua, categoría 4, conservación del medio ambiente acuático (Ministerio del Ambiente MINAM, 2015, p.5, 7).

Los nitratos tuvieron diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 0,068 mg/L y en otoño 0,103 mg/L. De igual forma, los fosfatos tuvieron diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 0,029 mg/L y en otoño 0,044 mg/L. En ambos parámetros, los resultados de verano son relativamente menores a los de otoño, esto es porque en la estación de verano existe una demora en la percolación de efluentes infiltrados hacia el agua de mar, la percolación de efluentes infiltrados llega primero al sedimento marino y en este punto estos nutrientes son atrapados por una serie de cuerpos coloides los que retardarían su paso al agua de mar, estos coloides forman parte en los sedimentos marinos de un quinto tipo de partículas aún más pequeñas que las arcillas y cuyo diámetro se encuentra en el rango de 0,001 – 1 μ m, las partículas más finas del sedimento (arcilla, limo y coloides) se unen y forman agregados más grandes, como los flóculos, este material coloidal atrapa y transporta contaminantes (o nutrientes) debido a su relación superficie/volumen y a su bajo peso (Usero, 2015, p.7). Los nitratos no superaron los 10 mg/L para contacto primario de acuerdo a los ECAs para agua, categoría 1, poblacional y recreacional, y para los fosfatos aún no se encuentra vigente su ECA para agua de mar (Ministerio del Ambiente MINAM, 2015, p.5, 7). En la bahía de Tortugas se obtuvo valores promedio a nivel superficial de nitratos el 2010 de 0,700 mg/L y el 2011 de 0,191 mg/L ; para los fosfatos el 2010 de 0,264 mg/L y el 2011 de 0,262 mg/L (García *et al.*, 2015, p.429).

Los nitritos no tuvieron diferencias temporal estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 0,022 mg/L y en otoño 0,034 mg/L, esto se podría explicar debido a que el nitrato y nitrito son compuestos solubles

que contienen nitrógeno y oxígeno, y en el ambiente el nitrito generalmente se convierte a nitrato, lo que significa que el nitrito ocurre raramente en aguas subterráneas y es generalmente asumido que casi todo el nitrito está en la forma de nitrato (Sigler y Bauder, 2012, p.1). Los nitritos no superaron el 1 mg/L para contacto primario de acuerdo a los ECAs para agua, categoría 1, poblacional y recreacional (Ministerio del Ambiente MINAM, 2015, p.5, 7). En la bahía de Tortugas se obtuvo valores promedio a nivel superficial de nitritos el 2010 de 0,149 mg/L y el 2011 de 0,031 mg/L (García *et al.*, 2015, p.429).

El oxígeno disuelto (OD) tuvo diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 6,677 mg/L y en otoño 4,003 mg/L. Por lo tanto, la disminución del OD de verano a otoño se debería a la menor energía de la luz solar en otoño, que es la que alienta la fotosíntesis productora de oxígeno (Pérez-Urria, 2009, p.1). El oxígeno disuelto superó positivamente en verano y otoño el valor a 4 mg/L de acuerdo a los ECAs (Ministerio del Ambiente MINAM, 2015, p.5, 7). En la bahía de Tortugas se obtuvo valores promedio a nivel superficial de OD el 2010 de 6,455 mg/L y el 2011 de 7,420 mg/L (García *et al.*, 2015, p.429).

El pH no tuvo diferencia estadísticamente significativa, en verano se obtuvo 8,020 y en otoño 8,133, esto se podría explicar debido a que estos valores de pH en la bahía de Tortugas son constantes, al corroborarse que se obtuvieron pH promedios a nivel superficial el 2010, pH = 7,94 y 2011, pH=8,20 (García *et al.*, 2015, p.429). Dichos valores se encuentran en el rango permitido por los ECAs para agua, categoría 1, poblacional y recreacional, así como para categoría 4, conservación de ambientes acuáticos (Ministerio del Ambiente MINAM, 2015, p.5, 7).

Para la calidad microbiológica del agua de mar.-

Los coliformes totales y coliformes termotolerantes no tuvieron diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 1,800 NMP / 100 mL y en otoño el mismo valor, esto se podría explicar debido a que en verano estas bacterias no pueden llegar al ambiente marino, ya que el

efluente del tanque séptico se dispone dentro del sustrato, constituyéndose éste en filtro, y por otro lado en otoño no existe efluente. Es importante señalar que durante el verano el efluente del tanque séptico no rebozó, por tanto se descarta que estas bacterias pudieran llegar por escorrentía al ambiente marino. Asimismo, los moradores a fin de mitigar los malos olores de los servicios higiénicos domiciliarios y del tanque séptico acostumbran inocular una concentración de bacterias benéficas, al iniciar y casi al finalizar el verano (Moreno, 2002, p.1). En la bahía de Tortugas se obtuvo el 2011 concentraciones promedios de coliformes totales y termotolerantes menores a 30 NMP/100 mL, estas concentraciones no sobrepasaron lo permitido por los ECAs para agua, categoría 4 conservación de ambientes acuáticos (García *et al.*, 2015, p.431).

4.2.3. De la calidad del sedimento marino

Los nitratos tuvieron diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 26,167 mg/kg y en otoño 15,317 mg/kg. Del mismo modo, los fosfatos tuvieron diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 11,567 mg/kg y en otoño 6,733 mg/kg. Asimismo, el amonio tuvo también diferencias estadísticamente significativas, en verano se obtuvo 328,767 mg/kg y en otoño 21,700 mg/kg.

En otoño disminuyeron sus concentraciones estos tres nutrientes debido a la ausencia de infiltración de efluentes por la mínima o casi nula presencia antrópica y a la dilución propia del agua de mar (Daltabuit y Meade, 2012, p.53).

Los altos valores de las medias para verano se pueden explicar debido a que probablemente en este punto, estos nutrientes son atrapados por una serie de cuerpos coloides que acompañan a los sustratos, los que retardarían su paso al agua de mar, estos coloides son más pequeños que las arcillas, y al unirse las partículas más finas del sedimento (arcilla, limo y coloides) forman agregados más grandes, como los flóculos, este material coloidal atrapa y transporta contaminantes (o nutrientes) debido a su relación superficie/volumen y a su bajo peso (Usero, 2015, p.7).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los valores del agua de tanques sépticos fueron en términos de DBO₅ (2 580 mg/L); DQO (16 533 mg/L); nitritos (0,541 mg/L); nitratos (21,81 mg/L); fosfatos (3,24 mg/L); coliformes totales y termo-tolerantes (13x10⁵ NMP/100mL); temperatura (36,5°C) y pH (5,85).
- Para la calidad física del agua de mar.- La temperatura en verano (28,050°C) disminuyó en otoño (18,867°C); los SDT en verano (20,900 g/L) disminuyó en otoño (17,262 g/L); la conductividad eléctrica en verano (53,617 μS) disminuyó en otoño (45,298 μS) y la salinidad en verano (32,500 ppm) aumentó en otoño (35,467 ppm).
- Para la calidad química del agua de mar.- La DBO₅ en verano (7,565 mg/L) disminuyó en otoño (3,645 mg/L); los nitratos en verano (0.068 mg/L) aumentó en otoño (0.103 mg/L); los fosfatos en verano (0,029 mg/L) aumentó en otoño (0,044 mg/L); los nitritos en verano (0,022 mg/L) no cambió significativamente en otoño (0,034 mg/L); el OD en verano (6,667 mg/L) disminuyó en otoño (4,003 mg/L) y el pH en verano (8,020) no cambió significativamente en otoño (8,133).
- Para la calidad microbiológica del agua de mar.- Los coliformes totales y termotolerantes en verano (1,800 NMP/ 100 mL) no cambiaron en otoño (1,800 NMP/ 100 mL).
- Para la calidad del sedimento marino.- Los nitratos en verano (26,167 mg/kg) disminuyó en otoño (15,317 mg/kg); los fosfatos en verano (11,567 mg/kg) disminuyó en otoño (6,733 mg/kg) y el amonio en verano (326,767 mg/kg) disminuyó en otoño (21,700 mg/kg).
- El efecto de la infiltración de los efluentes de tanques sépticos en verano, tuvo un mayor impacto significativo y negativo en la calidad del sedimento marino respecto a la calidad del agua de mar.

5.2. Recomendaciones

- Continuar con nuevas investigaciones respecto a la percolación de efluentes de tanques sépticos y que se evalúen los impactos negativos en la biota (flora y fauna) de las zonas marino costeras.
- Mediante contratación de empresa prestadora de servicios (EPS), y haciendo uso de camiones tanques, succionen las aguas residuales de los tanques sépticos mucho antes de estar en su máximo nivel de rebose, y que éstas sean depositadas en lagunas de oxidación apropiadas. Evitando con ello la infiltración subterránea de estos efluentes.
- Exigir a las autoridades competentes (a nivel local, provincial y regional) la puesta en marcha de un sistema de saneamiento integral de aguas residuales domésticas (alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, PTARD) en el balneario de Tortugas (Casma, Perú).
- Monitorear continuamente los valores de parámetros para la calidad de agua y sedimento marino con el objeto de prevenir valores mayores a los normados en favor del ecosistema marino y la salud de las personas.
- Fomentar la difusión y aplicación de Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para parámetros de agua y sedimentos marinos que faltan normar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arpajón, Y., Romeu, B., Rodríguez, A., Heydrich, M., Rojas, N. y Lugo, D. (2011). *Impacto de los nutrientes inorgánicos sobre la comunidad bacteriana del río Almendares, Cuba*. Revista Académica Higiene y Sanidad Ambiental, Cuba. 11: 731-738. Recuperado el 10 de marzo del 2016, de: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51125551074ae_Hig.Sanid.Ambient.11.731-738\(2011\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51125551074ae_Hig.Sanid.Ambient.11.731-738(2011).pdf)
- Arroyo, L., López, A., Segrado, R., Serrano, R. y Frausto, O. (2015). *Diferencias socio-territoriales en Tulum: Una ciudad organizada a partir del turismo masivo litoral*. CULTUR, Revista de Cultura y Turismo, Brasil. 9 (2): 4-28. Recuperado el 7 de junio del 2018, de: <http://periodicos.uesc.br/index.php/cultur/article/view/563/516>
- Autoridad Nacional del Agua - ANA, (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial*. Ministerio de Agricultura. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de: <https://www.senace.gob.pe/download/senacenormativa/NAT-3-5-04-Protocolo-Nacional-Monitoreo.pdf>
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., Gutierrez, C. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*. Ecosistemas, Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, México. 13(2): 90-97. Recuperado el 10 de noviembre del 2015, de: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8708/1/ECO_13\(2\)15.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8708/1/ECO_13(2)15.pdf)
- Badillo, M., Galindo, M., Lizama, G., Palomino, G., Arena, M. y Chiappa, X. (2010). *Manual de prácticas de Ecología Acuática*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Bonilla, J., Aranda, S., Ramírez, C., Moya, J. y Márquez, A. (Sin fecha). *Calidad de los sedimentos superficiales de la Ensenada Grande del Obispo*. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias, Cumaná, Venezuela. Recuperado el 10 de marzo del 2016, de:

<http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32872284/01-CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA ENSENADA.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1475297657&Signature=hJIPjb53MWlj3dfNEBw8AP8UzTI%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D01-CALIDAD 20DE 20LOS 20SEDIMENTOS 20SUP.pdf>

Daltabuit, M. y Meade, C. (2012). *El movimiento ambientalista en Quintana Roo*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Cuernavaca, Morelos. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 7 de junio del 2018, de: <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/EI%20movimiento%20ambientalista%20de%20Quintana%20Roo.pdf>

Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo BID. Santiago de Chile. Recuperado el 12 de noviembre del 2016, de: http://xa.yimg.com/Kq/groups/14764714/562657892/name/063007_FUNDAMENTOS+DE+LA+EVALUACION+DE+IMPACTO+AMBIENTAL.pdf

Espinoza, V., Castillo, R. y Rovira, D. (2014). *Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del Río David, Provincia de Chiriquí, Panamá*. Universidad Tecnológica OTEIMA, Panamá. Recuperado el 17 de abril del 2018, de: <http://www.oteima.ac.pa/nueva/investigaciones/Par%C3%A1metros%20F%C3%ADsico-quimico%20listo.pdf>

Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”- ENFEN (2017). *Informe Técnico Extraordinario N°001-2017/ENFEN. El Niño Costero 2017*. Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” D.S N°007-2017-PRODUCE. Recuperado el 10 de abril del 2018, de: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_infco_informe_tecnico_extraordinario_001_2017.pdf

García, C., Arbib, Z. y Perales, J. (2015). *Cinéticas de crecimiento y consumo de nutrientes de microalgas en aguas residuales urbanas con diferentes niveles de tratamiento*. Tecnología y Ciencias del Agua. España. 6(1): 49-68. Recuperado el 20 de setiembre del 2016, de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v6n1/v6n1a3.pdf>

García, V., Orozco, R., Gonzáles, I. y Flores, G. (2015). *Calidad ambiental de las bahías Samanco y Tortuga, Áncash, Perú: 2010-2011*. Informe del Instituto del Mar del Perú. 42(4): 423-435. Recuperado el 12 de abril del 2018, de: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/2991>

García, S., Villacorta, M., Misari, J. y Huerta, L. (2010). *Perú: Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital, 2007*. Documento de Investigación. Convenio entre Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS y la Oficina General de Estadística e Informática INEI. Recuperado el 20 de setiembre del 2016, de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0868/libro.pdf.

Giraldo, G. (1995). *Manual de Análisis de Aguas*. Facultad de Ciencias y Administración. Departamento de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Recuperado el 7 de junio del 2018, de: <http://bdigital.unal.edu.co/50540/1/manualdeanalisisdeaguas.pdf>

- González, C. (1998). *El peligro de un sistema séptico en mal funcionamiento*. Boletín Académico. Servicio de Extensión Agrícola SEA. Puerto Rico. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-229/sistemaseptico.pdf>
- Howard, G. y Bartram, J. (2003). *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud*. Revista de la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. 3(2):1-33. Recuperado el 10 de octubre del 2016, de: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1
- Huerta, L., Rodríguez, J., Evia, I., Montejo, E., Cruz, M. y García, R. (2008). *Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados*. Revista Científica Terra Latinoamericana, Chapingo, México. 26 (2): 171-181. Recuperado el 12 de noviembre del 2015, de: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57313046010.pdf>.
- Instituto del Mar del Perú – IMARPE, (2007). *Estudio de Línea Base en el ámbito marino de la bahía Tortugas 24 mayo-13 junio 2007*. Recuperado el 14 de mayo del 2017, de: <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/lbase-tortuga.pdf>
- Ivars, J. y Vera, J. (2008). *Espacios Turísticos. Mercantilización, paisaje e identidad*. Universidad de Alicante, Instituto Universitario de Investigaciones Turísticas. España. Recuperado el 20 de setiembre del 2016, de: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43209481/_UTF8_B_TGlicm8gQ29sb3F1aW8gR2VvZ3JhZsOtYS1UdXJpc21vLnBkZg_.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1475210342&Signature=zu7Rzka3riwbpA9q35XiBBxljNA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEspacios_turisticos_mercantilizacion_pai.pdf#page=83

López, P., Salazar, S., Figueroa, Y., López, J., Fuentes, J. (2009). *Calidad bacteriológica y físico-química de aguas y sedimentos de cuatro playas de las costas del estado Nueva Esparta*. Revista CIENCIA. 17(4): 271 – 280. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de: http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-20762009000400001&lng=es&nrm=i.

López, V. (2012). *Equilibrio Ecológico y Deterioro Ambiental*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 7 de junio del 2018, de: http://www.paot.org.mx/contenidos/paot_docs/cursos/2012/pdf/III_Equilibrio_Deterioro_Ecologico.pdf

Martínez, J. (1997). *Procesos y efectos geodinámicos marinos-costeros*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Shell S.A. España. Recuperado el 20 de setiembre del 2106, de: <http://acceda.ulpgc.es/handle/10553/1600>

Ministerio del Ambiente MINAM, (2014). *Conoce cuánto gastas en agua y cuánto puedes ahorrar en tu vida cotidiana*. Revista MINAM. 5: 1-24. Recuperado el 12 de octubre del 2016, de: http://issuu.com/minam_peru/docs/revista_minam05/5?e=0/10101237
<http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/conoce-cuanto-gastas-en-agua-y-cuanto-puedes-ahorrar-en-tu-vida-cotidiana-con-la-revista-minam/>

Ministerio del Ambiente, MINAM (2010). *Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR domésticos o municipales*. Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/DE39F6816BB3C53705257DCC00710E6F/\\$FILE/ds_003-2010-minam-LMP.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/DE39F6816BB3C53705257DCC00710E6F/$FILE/ds_003-2010-minam-LMP.pdf).

Ministerio del Ambiente, MINAM (2015). *Estándares de Calidad Ambiental para el Agua*. Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de:

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-Supremo-N%C2%B0-015-2015-MINAM.pdf>

Ministerio de la Producción, PRODUCE (2013). *Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor*. Resolución Ministerial N°293-2013-PRODUCE. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de:

<http://www2.produce.gob.pe/dispositivos/publicaciones/rm293-2013-produce.pdf>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) (2012). *Propuesta de Norma I.S 020 Tanques Sépticos*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, SENCICO. Recuperado el 12 de noviembre del 2016, de:

www.sencico.gob.pe/investigacion/descargar.php?id=25.

Moreno, J. (2002). *BioEcol Probac. Bacterias protectoras y promotoras de productividad en agricultura*. Phartec SAC. Lima, Perú., Recuperado el 7 de junio del 2018, de:

<http://www.phartecperu.com/veterinaria-bioseguridad-bioecol-probac.html>

Oblitas, L. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL – Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Recuperado el 10 de noviembre del 2016, de:

http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/documentacion/documentos/saneamiento_peru.pdf.

Organización Panamericana de la Salud - PAHO (2003). *Promoting the healthy, safe use of recreational waters*. Revista Panamericana en

Salud Pública. 14(5): 364-369. Recuperado el 15 de noviembre del 2016, de: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n5/18880.pdf>.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892003001000016>.

Pacheco, J. y Cabrera, A. (2003). *Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas*. Ingeniería Revista Académica de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. 7(2): 47-54. Recuperado el 10 de noviembre del 2015, de: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46770204.pdf>

Paerl, H. (2006). *Assessing and managing nutrient-enhanced eutrophication in estuarine and coastal waters: Interactive effects of human and climatic perturbations*. University of North Carolina at Chapel Hill, Institute of Marine Sciences, USA. Ecological Engineering, 26(1):40-54. Recuperado el 12 de noviembre del 2016, de: https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display/files/fileID/13508.

Pérez-Urria, E. (2009). *Fotosíntesis: Aspectos Básicos*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2(3):1-47. Recuperado el 12 de mayo del 2018, de: http://eprints.ucm.es/9233/1/Fisiologia_Vegetal_Aspectos_basicos.pdf

Quezada, F. (2014). *Tratamiento de aguas residuales en Lima y Callao*. Revista auspiciada por SEDAPAL. Recuperado el 20 de setiembre del 2016, de: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=f0b89290-7e55-43b4-a298-a97d86a03a62&groupId=10154.

Quintero, L., Agudelo, E., Quintana Y., Cardona, S. y Osorio A. (2010). *Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos*. Medellín, Colombia. Revista Científica Gestión y Ambiente. 13 (3): 51-64.

Recuperado el 12 de marzo del 2016 de:
[http://www.bdigital.unal.edu.co/4657/1/Gest. y Amb. Vol.13 no.3-51.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/4657/1/Gest._y_Amb._Vol.13_no.3-51.pdf)

Ramírez, E., Robles, E., Sainz, M., Ayala, R. y Campoy, E. (2009). *Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México*. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 25 (4): 247-255, Recuperado el 12 de noviembre del 2015, de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400005

Rodríguez, S., Gauna, L., Martínez, G., Acevedo, H. y Romero C. (2012). *Relación del nitrato sobre la Contaminación bacteriana del agua*. *Revista Científica Terra Latinoamericana*, Chapingo, México.30 (2): 111-119. Recuperado el 12 de noviembre del 2015, de:
<http://www.redalyc.org/pdf/573/57324446002.pdf>

Sigler, W. y Bauder, J. (2012). *Nitrato y Nitrito*. Programa de Extensión en Calidad del Agua, Departamento de Recursos de la Tierra y Ciencias Ambientales. Universidad Estatal de Montana. Recuperado el 12 de abril del 2018, de:
http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf

Torbick, N., Hu, F., Zhang, J., Qi, J., Zhang, H., y Becker, B. (2008). *Mapping Chlorophyll-a Concentrations in West Lake, China using Landsat 7 ETM+*. *Journal of Great Lakes Research*, 34(3):559-565. Recuperado el 12 de noviembre del 2016, de:
https://www.researchgate.net/profile/Jianguo_Qi/publication/232679612_Mapping_Chlorophylla_Concentrations_in_West_Lake_China_using_Landsat_7_ETM/links/55d34e5608ae0b8f3ef92a2c.pdf.

Tresierra, A. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. 2da. Edición. Editorial Biociencia. Trujillo, Perú.

Turbé, A. (2010). *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Technical Report 049. European Commission DG ENV. Recuperado el 12 de noviembre del 2016, de: http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/biodiversity_report.pdf.

Usero, J. (2015). *Estudio de la Calidad Ambiental de los Sedimentos de las Bahías de Cádiz y Algeciras mediante un Método Integrado*. Universidad de Sevilla, España. Recuperado el 12 de abril de 2018, de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90197/fichero/TFG++J.+A.+Usero.pdf>

Villegas, M. y Vidal, E. (2009). *Gestión de los procesos de descontaminación de aguas residuales domésticas de tipo rural en Colombia. 1983-2009*. Trabajo de título. Universidad de Antioquia, Colombia. Recuperado el 12 de marzo del 2016, de: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/55/1/GestionProcesosDescontaminacion.pdf>

Wikcionario, (2017). *Definición de transecto*. El diccionario en castellano de contenido libre. Recuperado el 13 de abril del 2018, de: <https://es.wiktionary.org/wiki/transecto>

ANEXOS

Anexo 1. Procedimiento análogo para la recolección de datos “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor” del Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2013)

1.1. Para los Efluentes de Tanques Sépticos

Se realizará un muestreo geo-referenciado y exploratorio, para tener un estimado inicial del tratamiento alcanzado del efluente (biodegradación) antes de verter a un medio natural (campo de infiltración / suelo natural). Se tomarán 3 muestras compuestas, tomadas a la salida de cada tanque séptico. La muestra compuesta consistirá en la colección de 3 sub-muestras, de 3 L cada una, colectadas a intervalos de 5 minutos. Inmediatamente colectadas las sub-muestras, se registrará la temperatura y pH respectivo. Las tres sub-muestras se homogenizarán en un balde plástico de 10 L de capacidad.

La muestra compuesta de efluente se deberá realizar mediante una homogenización uniforme y suave. Las primeras muestras deberán ser tomadas para los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes totales y termo-tolerantes; inmediatamente después se deberá llenar los frascos para los análisis de fosfatos, nitratos y nitritos; debidamente rotulados con la fecha y hora de la colecta. Los frascos serán inmediatamente mantenidos en refrigeración hasta su análisis.

Tabla N° 13. Requerimientos para el muestreo de efluentes

Parámetro	Volumen Requerido	Envase Tipo	Preservación	Tiempo máximo de conservación
Temperatura	-----	-----	-----	Análisis in situ
DBO_5	250 – 500 ml	A / B	Refrigerado a 4°C	24 horas
DQO	500 ml	A / B	H_2SO_4 (1:1) pH <2; 2,5 ml /1L. Muestra refrigerada a 4°C.	24 horas
Fosfatos	100 – 500 ml	A	Refrigerado a 4°C	24 horas
Nitratos	100 – 500 ml	A	H_2SO_4 (1:1) pH <2; 2,5 ml /0.5L. Muestra refrigerada a 4°C.	7 días

Nitritos	100 – 500 ml	A / B	Muestra refrigerada a 4°C.	24-48 horas
pH	-----	-----	-----	Análisis in situ
Coliformes totales y termo-tolerantes	500 ml	*A / B	Refrigerado a 4°C	24 horas

A: Frascos de plásticos con boca ancha.

B: Frascos de vidrio con boca ancha.

C: Frascos de vidrio ámbar con boca ancha.

*: Los frascos / envases serán esterilizados

1.1.2. Manipulación y preservación de muestras

Temperatura (°C)

Estas determinaciones se harán in situ en el momento del muestreo. Deberá utilizarse un termómetro calibrado (determinada en cada sub-muestra, el resultado a reportar será el promedio).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Por razones técnicas la primera muestra tomada del composito será para el análisis de DBO₅, para lo cual se utilizará un frasco de plástico o vidrio. El volumen de la muestra estará en función de la concentración del efluente, el cual puede variar de 250 - 500 ml según sea el caso. La muestra será refrigerada a 4°C hasta su análisis.

Demanda química de oxígeno (DQO)

La muestra compuesta colectada se recepcionará en frascos plásticos de 500 ml, agregándole inmediatamente 2.5 ml de ácido sulfúrico H₂SO₄ 1:1 por 0.5 L de muestra colectada. Se homogenizará bien la muestra y se mantendrá en refrigeración a 4°C por un período de tiempo máximo de 24 horas.

Nitratos

La muestra se recepcionará en una botella de polietileno de 100-500 ml, previamente enjuagada con el agua de la muestra colectada a ser analizada. Se le agrega inmediatamente H₂SO₄ (1:1) hasta pH < 2 homogenizar bien la muestra y mantener en refrigeración (4°C) hasta su análisis. Se considera un período máximo de almacenamiento de 7 días

Nitritos

La muestra se recepcionará en una botella de polietileno de 100-500 ml, previamente enjuagada con el agua de la muestra colectada a ser analizada. No existe método de preservación. Deben analizarse sin dilación para evitar la conversión a nitratos por las bacterias. En caso de requerirse almacenamiento por corto plazo, éste debe realizarse por refrigeración a 4°C o congelación a - 20°C por un tiempo no mayor de 24-48 horas.

Fosfatos

La muestra se recepcionará en una botella de polietileno de 100-500 ml, previamente enjuagada con el agua de la muestra colectada a ser analizada. Es importante refrigerar inmediatamente y realizar el análisis dentro de las 24 horas.

pH

Estas determinaciones se harán in situ en el momento del muestreo. Deberá utilizarse un potenciómetro calibrado y que cuente con compensación automática de temperatura (determinada en cada sub-muestra, el resultado a reportar será el promedio).

Coliformes termo-tolerantes

La toma de muestra será tomada en forma puntual y directamente colectada en frascos de plástico o vidrio esterilizado de 500 ml y se conservará a 4°C hasta su análisis.

1.2. Para la Calidad del agua de mar costero

Las muestras de agua deberán tomarse teniendo en cuenta la columna de agua en los puntos de muestreo geo-referenciados. La muestra de superficie debe ser colectada de acuerdo a los lineamientos establecidos en el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial", aprobado mediante Resolución Jefatural N°182-2011-ANA. La muestra de media agua se podrá tomar con una botella Niskin de 5 L de capacidad. La muestra de agua de fondo se tomará a 50 cm del sustrato.

Otra forma de realizar esta recolección de datos, es de acuerdo a lo estipulado por López et al. (2009, p.274) el cual estipula que las muestras de agua se tomarán geo-referencialmente a 15 y 18 metros de la orilla, a una profundidad de 20-30 centímetros por debajo de la superficie del agua, sumergiendo envases estériles de polietileno de 2,5 litros de capacidad. De cada muestra de agua se tomarán sub-muestras en envases estériles de vidrio de boca ancha, de 500 mL de capacidad para realizar los análisis bacteriológicos y para los análisis fisicoquímicos se tomarán sub-muestras

con envases de polietileno de un litro. Posteriormente, todas las muestras serán guardadas bajo refrigeración en cavas con hielo, hasta su traslado al laboratorio, donde se realizaron los análisis respectivos.

Tabla N° 14. Requerimientos para el muestreo de agua de mar costero

Parámetro	Volumen Requerido	Envase Tipo	Preservación	Tiempo máximo de conservación
Temperatura	-----	-----	-----	Análisis in situ
Sólidos disueltos totales (SDT)	500 ml	A	Refrigerado a 4°C	72 horas
Oxígeno disuelto	250-300 ml	*C	Reactivos I y II de fijación	Análisis in situ o máximo 24 horas
DBO ₅	250 – 500 ml	A / B	Refrigerado a 4°C	24 horas
Fosfatos	100 – 500 ml	A	Refrigerado a 4°C	24 horas
Nitratos	100 – 500 ml	A	H ₂ SO ₄ (1:1) pH <2; 2,5 ml /0.5L. Muestra refrigerada a 4°C.	7 días
Nitritos	100 – 500 ml	A / B	Muestra refrigerada a 4°C.	24-48 horas
pH	-----	-----	-----	Análisis in situ
Coliformes totales y termo-tolerantes	500 ml	*A / B	Refrigerado a 4°C	24 horas

A: Frascos de plásticos con boca ancha.

B: Frascos de vidrio con boca ancha.

C: Frascos de vidrio ámbar con boca ancha.

*: Los frascos / envases serán esterilizados

Tabla N° 15. Profundidad en la toma de muestras de agua

MUESTREO	SUPERFICIE	MEDIA AGUA	FONDO
Temperatura (°C)	x	x	x
Sólidos disueltos totales (SDT)	x	x	x
Oxígeno disuelto (OD)	x	x	x
DBO ₅	x		x
Fosfatos	x	x	x
Nitratos	x	x	x
Nitritos	x	x	x
Coliformes totales y termo-tolerantes	x		

1.2.3. Manipulación y preservación de muestras

Temperatura (°C)

Estas determinaciones se harán in situ en el momento del muestreo. Deberá utilizarse un termómetro calibrado.

Sólidos disueltos totales (SDT)

La muestra compuesta colectada se recepcionará en frascos plásticos de 500 ml, y se mantendrá en refrigeración a 4°C por un período de tiempo máximo de 72 horas.

Oxígeno disuelto (OD)

La muestra se recepcionará en un frasco de vidrio de 250 - 300 ml de capacidad con boca esmerilada. La muestra superficial se colectará sumergiendo la botella de oxígeno en el balde en forma inclinada y suave evitando la formación de burbujas de aire. La muestra de media agua y de fondo se colectará de la botella Niskin o equivalente por gravedad.

En ambos casos se debe evitar la formación de burbujas y luego preservar añadiendo 2 ml de Reactivo I y 2 ml de Reactivo II, agitar, guardar en un ambiente fresco y oscuro hasta su análisis en laboratorio. Se mantendrá en refrigeración a 4°C por un período de tiempo máximo de 24 horas. Esta prueba también se puede realizar in situ.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La muestra se recepcionará en un frasco de vidrio o plástico de 1000 ml, llenándola completamente. Para evitar la alteración de la muestra por acción aeróbica y/o microbiana será refrigerada a 4°C por un período máximo de 24 horas desde su colecta.

Nitratos

La muestra se recepcionará en una botella de polietileno de 100-500 ml, previamente enjuagada con el agua de la muestra colectada a ser analizada. Se le agrega inmediatamente H₂SO₄ (1:1) hasta pH < 2, homogenizar bien la muestra y mantener en refrigeración (4°C) hasta su análisis. Se considera un período máximo de almacenamiento de 7 días.

Nitritos

La muestra se recepcionará en una botella de polietileno de 100-500 ml, previamente enjuagada con el agua de la muestra colectada a ser analizada. No existe método de preservación. Deben analizarse sin dilación para evitar la conversión a nitratos por las bacterias. En caso de requerirse almacenamiento por corto plazo, éste debe realizarse por refrigeración a 4°C o congelación a - 20°C por un tiempo no mayor de 24-48 horas.

Fosfatos

La muestra se recepcionará en una botella de polietileno de 100-500 ml, previamente enjuagada con el agua de la muestra colectada a ser analizada. Es importante refrigerar inmediatamente y realizar el análisis dentro de las 24 horas

pH

Estas determinaciones se harán in situ en el momento del muestreo. Deberá utilizarse un potenciómetro calibrado y que cuente con compensación automática de temperatura.

Coliformes totales y termo-tolerantes

La toma de muestra será colectada en frascos de plástico o vidrio esterilizado de 500 ml y se conservará a 4°C hasta su análisis. Se recomienda que los frascos sean enjuagados dos o tres veces con el agua a coleccionar, antes de la toma de muestras.

1.3. Para la calidad del sedimento marino

Las muestras de sedimentos para los parámetros de amonio (nitrógeno amoniacal), nitratos y fosfatos, serán geo-referenciadas y colectadas mediante una Draga Van Veen de 0.5 m² de área de mordida o su equivalente.

Otra forma de realizar esta recolección de datos, es de acuerdo a lo estipulado por López et al. (2009, p.274), el cual estipula que las muestras de sedimentos marinos se coleccionarán geo-referencialmente a la misma

distancia de recolección de las muestras de agua a 15 y 18 metros de la orilla, para ello se utilizará un tubo de polivinilo (PVC 10 cm de Ø y 14 cm de longitud), las muestras se colocarán en bolsas plásticas de cierre hermético, previamente identificadas.

Posteriormente, todas las muestras serán guardadas bajo refrigeración en cavas con hielo, hasta su traslado al laboratorio, donde se realizaron los análisis respectivos.

1.3.1. Manipulación y preservación de muestras

Para el amonio, nitrato y fosfatos se realizará la colecta con la Draga Van Veen, se hace a tan solo 3 cm del sedimento superficial. Luego se depositan en una bolsa de plástico la cantidad necesaria (aprox. 1 kg), se refrigera y almacena hasta su análisis

ANEXO 2. Resumen de parámetros y muestras

Tabla N° 16. Resumen de parámetros y muestras en la estación de verano

N°	PARÁMETROS	ETS	MUESTRAS PUNTUALES																		N° de Muestras
			Longitud oeste: 78° 25' 11.3"						Longitud oeste: 78° 25' 10.8"						Longitud oeste: 78° 25' 09.7"						
			Latitud sur: 09° 21' 38.1"						Latitud sur: 09° 21' 37.2"						Latitud sur: 09° 21' 36.9"						
			PM : 1.1		PM : 1.2		PM : 1.3		PM : 2.1		PM : 2.2		PM : 2.3		PM : 3.1		PM : 3.2		PM : 3.3		
Prof: 0.10m		Prof: 0.50m		Prof: 1.55m		Prof: 0.25m		Prof: 1m		Prof: 1.65m		Prof: 0.35m		Prof: 1.65m		Prof: 1.80m					
AM		SM		AM		SM		AM		SM		AM		SM		AM		SM			
1	Sólidos Disueltos Totales (g/L)		20,6		21,0		21,0		20,9		20,9		20,8		20,8		20,8		20,8		9
2	CONDUCTIVIDAD (µS)		52,9		53,8		53,8		53,6		53,6		53,5		53,4		53,3		53,3		9
3	SALINIDAD (ppm)		32,2		32,5		32,5		32,5		32,5		32,4		32,6		32,4		32,4		9
4	DBO5 (mg/L)	2 580	4,11		6,94		8,62		5,14		6,43		6,81		7,32		9,27		5,01		10
5	DQO (mg/L)	16,533																			1
6	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)		5,41		5,23		5,32		5,49		5,66		6,78		6,86		7,72		7,55		9
4	NITRITOS (mg/L)	0,641	< 0,02		0,022		< 0,02		< 0,02		< 0,02		0,024		< 0,02		0,024		< 0,02		10
3	NITRATOS (mg/L o mg/kg)	21,81	0,067	52,6	0,054	16,4	0,073	22,7	0,061	25,8	0,074	15,7	0,061	17,8	0,072	19,9	0,051	39,7	0,060	24,3	21
9	FOSFATOS (mg/L o mg/kg)	3,24	0,031	13,9	0,024	4,9	0,03	6,7	0,023	10,3	0,031	11,9	0,028	7,1	0,024	12,3	0,03	12,1	0,023	8,9	21
10	Amonio (Nitrógeno amoniacal) (mg/kg)			607,4		17,1		28,5		31,8		21,4		40,3		95,8		544,5		652,8	9
11	Coliformes Totales (100 NMP/100 mL)	13x10 ⁵	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		10
12	Coliformes Termotolerantes (100 NMP/100 mL)	13x10 ⁵	< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		< 1,8		10
13	TEMPERATURA (°C)	36,5	29,2		29,2		29,1		29		28,9		28,9		28,7		28,7		28,8		128
14	pH	5,85	7,95		7,99		8,00		7,99		8,01		8,02		8,03		8,03		8,03		

ETS: Efluente de Tanques Sépticos
 AM: Agua marina
 SM: Sedimento marino
 PM: Punto de muestreo

Tabla N° 17. Resumen de parámetros y muestras en la estación de otoño

		MUESTRAS PUNTUALES												N° de Muestras
		Longitud oeste: 78° 25' 11,05" Latitud sur: 09° 21' 37,65"						Longitud oeste: 78° 25' 10,25" Latitud sur: 09° 21' 37,05"						
N°	PARÁMETROS	PM : 1.1		PM : 1.2		PM : 1.3		PM : 2.1		PM : 2.2		PM : 2.3		
		Prof: 0.10m		Prof: 0.50m		Prof: 1.55m		Prof: 0.25m		Prof: 1m		Prof: 1.65m		
		AM	SM	AM	SM	AM	SM	AM	SM	AM	SM	AM	SM	
1	Sólidos Disueltos Totales (g/L)	17,38		17,36		17,34		17,13		17,23		17,13		6
2	CONDUCTIVIDAD (µS)	45,58		45,24		45,14		45,48		45,16		45,19		6
3	SALINIDAD (ppm)	35,3		35,3		35,7		35,2		35,2		36,1		6
4	DBO5 (mg/L)	3,87		5,14		1,29		1,29		5,14		5,14		6
5	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	3,43		3,43		5,15		5,15		3,43		3,43		6
6	NITRITOS (mg/L)	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02		0,101		6
7	NITRATOS (mg/L o mg/kg)	0,121	32,1	0,098	3,2	0,071	6,1	0,092	12,8	0,107	18,3	0,131	19,4	12
8	FOSFATOS (mg/L o mg/kg)	0,052	8,1	0,039	2,3	0,047	2,8	0,052	7,2	0,032	8,3	0,041	11,7	12
9	Amonio (Nitrógeno Amoniacal) (mg/kg)		68,2		2,4		1,3		9,1		19,4		29,8	6
10	TEMPERATURA (°C)	19,4		18,8		18,6		19,1		18,6		18,7		66
11	pH	7,9		7,8		8,1		8,3		8,3		8,4		

ETS: Efluente de Tanques Sépticos
AM : Agua marina
SM : Sedimento marino
PM : Punto de muestreo

ANEXO 3. Datos del agua de mar

Tabla N° 18. Datos para calidad de agua de mar en la estación de verano, playa "El Inca", año 2017.

N°	SDT (g/L)	CE (µS)	SAUNDAD (ppm)	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	FOSFATOS (mg/L)	Cdiformes Totales (NMP/100ml)	Cdiformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Temperatura (°C)	pH
1	20,6	52,9	32,2	4,11	5,41	0,020	0,067	0,031	1,8	1,8	29,2	7,95
2	21,0	53,8	32,5	6,94	5,23	0,022	0,054	0,024	1,8	1,8	29,2	7,99
3	21,0	53,8	32,5	8,62	5,32	0,020	0,073	0,030	1,8	1,8	29,1	8,00
4	20,9	53,6	32,5	5,14	5,49	0,020	0,061	0,023	1,8	1,8	29,0	7,99
5	20,9	53,6	32,5	6,43	5,66	0,020	0,074	0,031	1,8	1,8	28,9	8,01
6	20,8	53,5	32,4	6,81	6,78	0,024	0,061	0,028	1,8	1,8	28,9	8,02
7	20,8	53,4	32,6	7,32	6,86	0,020	0,072	0,024	1,8	1,8	28,7	8,03
8	20,8	53,3	32,4	9,27	7,72	0,024	0,051	0,030	1,8	1,8	28,7	8,03
9	20,8	53,3	32,4	5,01	7,55	0,020	0,060	0,023	1,8	1,8	28,8	8,03

Tabla N° 19. Datos para calidad de agua de mar en la estación de otoño, playa "El Inca", año 2017.

N°	SDT (g/L)	CE (µS)	SAUNDAD (ppm)	DBO5 (mg/L)	OD (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	FOSFATOS (mg/L)	Cdiformes Totales (NMP/100ml)	Cdiformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Temperatura (°C)	pH
1	17,38	45,58	35,3	3,87	3,43	0,020	0,121	0,052	1,8	1,8	19,4	7,90
2	17,36	45,24	35,3	5,14	3,43	0,020	0,038	0,039	1,8	1,8	18,8	7,80
3	17,34	45,14	35,7	1,29	5,15	0,020	0,071	0,047	1,8	1,8	18,6	8,10
4	17,13	45,48	35,2	1,29	5,15	0,020	0,032	0,052	1,8	1,8	19,1	8,30
5	17,23	45,16	35,2	5,14	3,43	0,020	0,107	0,032	1,8	1,8	18,6	8,30
6	17,13	45,19	35,1	5,14	3,43	0,101	0,131	0,041	1,8	1,8	18,7	8,40

ANEXO 4. Datos del sedimento marino

Tabla N° 20. Datos para calidad de sedimento marino en la estación de verano, playa “El Inca”, año 2017.

N°	NITRATOS (mg/kg)	FOSFATOS (mg/kg)	AMONIO (mg/kg)	Temperatura (°C)	pH
1	52,6	13,9	607,4	29,2	7,95
2	16,4	4,9	17,1	29,2	7,99
3	22,7	6,7	28,5	29,1	8,00
4	25,8	10,3	31,8	29,0	7,99
5	15,7	11,9	21,4	28,9	8,01
6	17,8	7,1	40,3	28,9	8,02
7	19,9	12,3	95,8	28,7	8,03
8	39,7	12,1	544,5	28,7	8,03
9	24,3	8,9	652,8	28,8	8,03

Tabla N° 21. Datos para calidad de sedimento marino en la estación de otoño, playa “El Inca”, año 2017.

N°	NITRATOS (mg/kg)	FOSFATOS (mg/kg)	AMONIO (mg/kg)	Temperatura (°C)	pH
1	32,1	8,1	68,2	19,4	7,90
2	3,2	2,3	2,4	18,8	7,80
3	6,1	2,8	1,3	18,6	8,10
4	12,8	7,2	9,1	19,1	8,30
5	18,3	8,3	19,4	18,6	8,30
6	19,4	11,7	29,8	18,7	8,40

ANEXO 5. Estadística Inferencial

Tabla N° 22. Interpretación de comparación de medias para agua de mar, playa “El Inca”, verano y otoño 2017.

Prueba Estadística : $H_1: \mu_{\text{Verano}} \neq \mu_{\text{Otoño}} \quad P < \alpha = 5\%$ $H_0: \mu_{\text{Verano}} = \mu_{\text{Otoño}} \quad P > \alpha = 5\%$							
N°	PARÁMETROS	Momento temporal	Medias	n	Resultado de la prueba ($\alpha = 0,05$)	Significancia (Valor P)	Interpretación
1	Sólidos Disueltos Totales (g/L)	Verano Otoño	20,900 17,262	6 6	$t_o = 116,068$	$P = 0,000$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
2	Conductividad (μS)	Verano Otoño	53,617 45,298	6 6	$t_o = 121,906$	$P = 0,000$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
3	Salinidad (ppm)	Verano Otoño	32,500 35,467	6 6	$t_o = -23,134$	$P = 0,000$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
4	DBO5 (mg/L)	Verano Otoño	7,565 3,645	6 6	$t_o = 7,574$	$P = 0,001$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
5	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Verano Otoño	6,677 4,003	6 6	$t_o = 5,421$	$P = 0,003$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
6	Nitritos (mg/L)	Verano Otoño	0,022 0,033	6 6	$t_o = -0,907$	$P = 0,406$ ($P > 0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
7	Nitratos (mg/L)	Verano Otoño	0,068 0,103	6 6	$t_o = -4,252$	$P = 0,008$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
8	Fosfatos (mg/L)	Verano Otoño	0,029 0,044	6 6	$t_o = -5,569$	$P = 0,003$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
9	Coliformes Totales (NPM/100 mL)	Verano Otoño	1,800 1,800	6 6	$Z = 0,000$	$P = 1,000$ ($P > 0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
10	Coliformes Termotolerantes (NPM/100 mL)	Verano Otoño	1,800 1,800	6 6	$Z = 0,000$	$P = 1,000$ ($P > 0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
11	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Verano Otoño	28,050 18,867	6 6	$t_o = 89,505$	$P = 0,000$ ($P < 0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
12	pH	Verano Otoño	8,020 8,133	6 6	$t_o = -1,203$	$P = 0,283$ ($P > 0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales

Tabla N° 23. Interpretación de comparación de medias para sedimento marino, playa el “El Inca”, verano y otoño 2017.

Prueba Estadística :		Hi: μ Verano \neq μ Otoño		P < α = 5%		Ho: μ Verano = μ Otoño		P > α = 5%	
N°	PARÁMETROS	Momento temporal	Medias	n	Resultado de la prueba (α = 0,05)	Significancia (Valor P)	Interpretación		
1	Nitratos (mg/kg)	Verano Otoño	26,167 15,317	6 6	$t_o = 5,112$	P = 0,004 (P < 0,05)	Las dos medias son significativamente diferentes		
2	Fosfatos (mg/kg)	Verano Otoño	11,567 6,733	6 6	$t_o = 2,813$	P = 0,037 (P < 0,05)	Las dos medias son significativamente diferentes		
3	Amonio (Nitrógeno amoniacal) (mg/kg)	Verano Otoño	328,767 21,700	6 6	$t_o = 2,663$	P = 0,045 (P < 0,05)	Las dos medias son significativamente diferentes		
4	Temperatura (°C)	Verano Otoño	28,050 18,867	6 6	$t_o = 89,505$	P = 0,000 (P < 0,05)	Las dos medias son significativamente diferentes		
5	pH	Verano Otoño	8,020 8,133	6 6	$t_o = -1,203$	P = 0,283 (P > 0,05)	Las dos medias son significativamente iguales		

ANEXO 6

Tabla N° 24. Resultados estadísticos programa SPSS vs 21, año 2017.

1. ANALISIS DE DATOS PARA AGUA MARINA

1.1 SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)

Descriptive Statistics: Estadísticos Descriptivos

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
TDS_VERANO	9	20,8444	,12360	20,60	21,00
TDS_OTOÑO	6	17,2617	,11444	17,13	17,38

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test: Prueba K-S de una muestra

		TDS_VERANO	TDS_OTOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	20,8444	17,2617
	Std. Deviation	,12360	,11444
Most Extreme Differences	Absolute	,248	,253
	Positive	,196	,208
	Negative	-,248	-,253
Kolmogorov-Smirnov Z		,745	,620
Asymp. Sig. (2-tailed)		,635	,837

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

$P=0,635$ y $P=0,837$, ambos son $> 0,05$. Por lo tanto, sus datos se Distribuyen Normalmente. Entonces realizamos con la misma data, la Prueba Paramétrica T-student para muestras relacionadas (un antes y un después).

Paired Samples Statistics: Estadísticos de muestras pareadas

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	TDS_VERANO	20,9000	6	,08944	,03651
	TDS_OTOÑO	17,2617	6	,11444	,04672

Paired Samples Correlations: Correlaciones de Muestras pareadas

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	TDS_VERANO & TDS_OTOÑO	6	,742	,091

Paired Samples Test: Prueba de Muestras pareadas

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 TDS_VERANO - TDS_OTOÑO	3,63833	,07679	,03135	3,55775	3,71892	116,058	5	,000

Como $P=0,000 < 0.05$ entonces se rechaza H_0 y se acepta H_1 , es decir Si hubo diferencia significativa entre ambas estaciones (verano y otoño).

1.2. CONDUCTIVIDAD

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
CONDUCT_VERANO	9	53,4667	,28284	52,90	53,80
CONDUCT_OTOÑO	6	45,2983	,18530	45,14	45,58

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		CONDUCT_VE RANO	CONDUCT_OT OÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	53,4667	45,2983
	Std. Deviation	,28284	,18530
Most Extreme Differences	Absolute	,167	,290
	Positive	,119	,290
	Negative	-,167	-,196
Kolmogorov-Smirnov Z		,500	,711
Asymp. Sig. (2-tailed)		,964	,693

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	CONDUCT_VERANO	53,6167	6	,16021	,06540
	CONDUCT_OTOÑO	45,2983	6	,18530	,07565

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 CONDUCT_VERANO & CONDUCT_OTONÑO	6	,540	,269

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	CONDUCT_VERANO - CONDUCT_OTONÑO	8,31833	,16714	,06824	8,14293	8,49374	121,906	5	,000

1.3. SALINIDAD

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
SALINIDAD_VERANO	9	32,4444	,11304	32,20	32,60
SALINIDAD_OTONÑO	6	35,4667	,36148	35,20	36,10

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SALINIDAD_VERANO	SALINIDAD_OTONÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	32,4444	35,4667
	Std. Deviation	,11304	,36148
Most Extreme Differences	Absolute	,244	,344
	Positive	,200	,344
	Negative	-,244	-,230
Kolmogorov-Smirnov Z		,732	,843
Asymp. Sig. (2-tailed)		,657	,475

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 SALINIDAD_VERANO	32,5000	6	,06325	,02582
SALINIDAD_OTONÑO	35,4667	6	,36148	,14757

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 SALINIDAD_VERANO & SALINIDAD_OTOÑO	6	,787	,063

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 SALINIDAD_VERANO - SALINIDAD_OTOÑO	-2,96667	,31411	,12824	-3,29631	-2,63703	23,134	5	,000

1.4. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
DBO5_VERANO	9	6,6278	1,68705	4,11	9,27
DBO5_OTOÑO	6	3,6450	1,88933	1,29	5,14

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		DBO5_VERANO	DBO5_OTOÑO
		O	O
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6,6278	3,6450
	Std. Deviation	1,68705	1,88933
Most Extreme Differences	Absolute	,144	,286
	Positive	,144	,227
	Negative	-,120	-,286
Kolmogorov-Smirnov Z		,433	,700
Asymp. Sig. (2-tailed)		,992	,712

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 DBO5_VERANO	7,5650	6	1,12507	,45931
DBO5_OTOÑO	3,6450	6	1,88933	,77131

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 DBO5_VERANO & DBO5_OTOÑO	6	,759	,080

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 DBO5_VERANO - DBO5_OTOÑO	3,92000	1,26777	,51756	2,58956	5,25044	7,574	5	,001

1.5. OXIGENO DISUELTO (OD)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
OD_VERANO	9	6,2244	1,00216	5,23	7,72
OD_OTOÑO	6	4,0033	,88820	3,43	5,15

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		OD_VERANO	OD_OTOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6,2244	4,0033
	Std. Deviation	1,00216	,88820
Most Extreme Differences	Absolute	,269	,407
	Positive	,269	,407
	Negative	-,161	-,259
Kolmogorov-Smirnov Z		,807	,998
Asymp. Sig. (2-tailed)		,533	,272

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 OD_VERANO	6,6767	6	,93138	,38023
OD_OTOÑO	4,0033	6	,88820	,36261

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 OD_VERANO & OD_OTOÑO	6	,119	,822

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 OD_VERANO - OD_OTOÑO	2,67333	1,20795	,49314	1,40567	3,94100	5,421	5	,003

1.6. NITRITOS

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
NITRITOS_VERANO	9	,02111	,001764	,020	,024
NITRITOS_OTOÑO	6	,03350	,033068	,020	,101

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		NITRITOS_VE RANO	NITRITOS_OT OÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,02111	,03350
	Std. Deviation	,001764	,033068
Most Extreme Differences	Absolute	,402	,492
	Positive	,402	,492
	Negative	-,264	-,342
Kolmogorov-Smirnov Z		1,207	1,205
Asymp. Sig. (2-tailed)		,109	,110

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 NITRITOS_VERANO	,02167	6	,001966	,000803
NITRITOS_OTOÑO	,03350	6	,033068	,013500

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 NITRITOS_VERANO & NITRITOS_OTOÑO	6	,581	,226

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 NITRITOS_VERANO - NITRITOS_OTOÑO	-,011833	,031965	,013050	-,045379	,021712	-,907	5	,406

1.7. NITRATOS

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
NITRATOS_VERANO	9	,06367	,008337	,051	,074
NITRATOS_OTOÑO	6	,10333	,021417	,071	,131

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		NITRATOS_VE RANO	NITRATOS_OT OÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,06367	,10333
	Std. Deviation	,008337	,021417
Most Extreme Differences	Absolute	,181	,132
	Positive	,181	,101
	Negative	-,175	-,132
Kolmogorov-Smirnov Z		,543	,323
Asymp. Sig. (2-tailed)		,930	1,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 NITRATOS_VERANO	,06800	6	,005933	,002422
NITRATOS_OTOÑO	,10333	6	,021417	,008743

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 NITRATOS_VERANO & NITRATOS_OTOÑO	6	,313	,546

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 NITRATOS_VERANO - NITRATOS_OTOÑO	-,03533	,020354	,008309	-,056693	,013974	4,252	5	,008

1.8. FOSFATOS

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
FOSFATOS_VERANO	9	,02711	,003551	,023	,031
FOSFATOS_OTOÑO	6	,04383	,007935	,032	,052

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		FOSFATOS_VERANO	FOSFATOS_OTOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,02711	,04383
	Std. Deviation	,003551	,007935
Most Extreme Differences	Absolute	,254	,182
	Positive	,254	,152
	Negative	-,236	-,182
Kolmogorov-Smirnov Z		,762	,445
Asymp. Sig. (2-tailed)		,607	,989

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	FOSFATOS_VERANO	,02900	6	,002683	,001095
	FOSFATOS_OTOÑO	,04383	6	,007935	,003240

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	FOSFATOS_VERANO & FOSFATOS_OTOÑO	6	,648	,164

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	FOSFATOS_VERANO - FOSFATOS_OTOÑO	-,01483	,006524	,00266	-,02168	,00798	5,569	,003	

1.9. COLIFORMES TOTALES (CT)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
CT_VERANO	9	1,800000	,0000000	1,8000	1,8000
CT_OTOÑO	6	1,800000	,0000000	1,8000	1,8000

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		CT_VERANO	CT_OTOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	1,800000	1,800000
	Std. Deviation	,0000000 ^c	,0000000 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

Al no verificarse una distribución normal ($P < 0.005$), entonces aplicamos la prueba no paramétrica de WILCOXON.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
CT_VERANO	9	1,800000	,0000000	1,8000	1,8000
CT_OTOÑO	6	1,800000	,0000000	1,8000	1,8000

Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
CT_OTOÑO - CT_VERANO Negative Ranks	0 ^a	,00	,00
Positive Ranks	0 ^b	,00	,00
Ties	6 ^c		
Total	6		

- a. CT_OTOÑO < CT_VERANO
- b. CT_OTOÑO > CT_VERANO
- c. CT_OTOÑO = CT_VERANO

Test Statistics^b

	CT_OTOÑO - CT_VERANO
Z	,000^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000

- a. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.
- b. Wilcoxon Signed Ranks Test

1.10. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTT)

Resultado igual que parámetro Coliformes Totales, por tener la misma data.

1.11. TEMPERATURA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
TEMPERATURA_VERANO	9	28,94444	,194365	28,700	29,200
TEMPERATURA_OTOÑO	6	18,86667	,320416	18,600	19,400

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		TEMPERATUR A_VERANO	TEMPERATUR A_OTOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	28,94444	18,86667
	Std. Deviation	,194365	,320416
Most Extreme Differences	Absolute	,146	,249
	Positive	,146	,249
	Negative	-,128	-,203
Kolmogorov-Smirnov Z		,438	,610
Asymp. Sig. (2-tailed)		,991	,851

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	TEMPERATURA_VERANO	29,0500	6	,13784	,05627
	TEMPERATURA_OTOÑO	18,8667	6	,32042	,13081

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	TEMPERATURA_VERANO & TEMPERATURA_OTOÑO	6	,498	,315

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2- taile d)
		Mean	Std. Deviatio n	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	TEMPERATURA_VERANO - TEMPERATURA_OTOÑO	10,1833 3	,27869	,11377	9,890 87	10,475 80	89,505	5	,000

1.12. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PH_VERANO	9	8,00556	,026510	7,950	8,030
PH_OTOÑO	6	8,13333	,242212	7,800	8,400

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PH_VERANO	PH_OTOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	8,00556	8,13333
	Std. Deviation	,026510	,242212
Most Extreme Differences	Absolute	,178	,254
	Positive	,178	,166
	Negative	-,168	-,254
Kolmogorov-Smirnov Z		,535	,623
Asymp. Sig. (2-tailed)		,937	,833

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PH_VERANO	8,0200	6	,01265	,00516
	PH_OTOÑO	8,1333	6	,24221	,09888

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	PH_VERANO & PH_OTOÑO	6	,914	,011

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 PH_VERANO - PH_OTOÑO	- ,11333	,23071	,09419	-,35545	,12878	-1,203	5	,283

2. ANALISIS DE DATOS PARA SEDIMENTO MARINO

2.1. NITRATOS

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
NITRATOS_VERANO	9	26,10000	12,306909	15,700	52,600
NITRATOS_OTOÑO	6	15,31667	10,443642	3,200	32,100

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		NITRATOS_VE RANO	NITRATOS_OT OÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	26,10000	15,31667
	Std. Deviation	12,306909	10,443642
Most Extreme Differences	Absolute	,288	,181
	Positive	,288	,181
	Negative	-,199	-,123
Kolmogorov-Smirnov Z		,863	,444
Asymp. Sig. (2-tailed)		,447	,989

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	NITRATOS_VERANO	25,16667	6	13,998667	5,714932
	NITRATOS_OTOÑO	15,31667	6	10,443642	4,263599

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	NITRATO_VERANO & NITRATO_OTOÑO	6	,811	,050

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2- tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	NITRATO_VERANO - NITRATO_OTOÑO	15,51667	7,43463	3,03517	7,71450	23,31883	5,112	5	,004

2.2. FOSFATOS

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
FOSFATOS_VERANO	9	9,78889	3,056323	4,900	13,900
FOSFATOS_OTOÑO	6	6,73333	3,587014	2,300	11,700

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		FOSFATOS_V ERANO	FOSFATOS_O TOÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	9,78889	6,73333
	Std. Deviation	3,056323	3,587014
Most Extreme Differences	Absolute	,200	,218
	Positive	,144	,197
	Negative	-,200	-,218
Kolmogorov-Smirnov Z		,599	,535
Asymp. Sig. (2-tailed)		,866	,937

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	FOSFATO_VERANO	11,5667	6	1,73743	,70930
	FOSFATO_OTOÑO	6,7333	6	3,58701	1,46439

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	FOSFATO_VERANO & FOSFATO_OTOÑO	6	-,147	,781

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	FOSFATO_VERANO - FOSFATO_OTOÑO	4,83333	4,20888	1,71827	,41639	9,25028	2,813	5	,037

2.3. AMONIO

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
AMONIO_VERANO	9	226,6222	283,44306	17,10	652,80
AMONIO_OTONÑO	6	21,7000	25,22126	1,30	68,20

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		AMONIO_VERANO	AMONIO_OTONÑO
		ANO	ÑO
N		9	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	226,6222	21,7000
	Std. Deviation	283,44306	25,22126
Most Extreme Differences	Absolute	,344	,209
	Positive	,344	,207
	Negative	-,230	-,209
Kolmogorov-Smirnov Z		1,033	,513
Asymp. Sig. (2-tailed)		,236	,955

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	AMONIO_VERANO	328,7667	6	301,61256	123,13281
	AMONIO_OTONÑO	21,7000	6	25,22126	10,29654

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	AMONIO_VERANO & AMONIO_OTONÑO	6	,779	,068

Paired Samples Test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1 AMONIO_VERANO - AMONIO_OTONÑO	307,06667	282,40335	115,29069	10,70252	603,43081	2,663	5	,045	

ANEXO 7

Tabla N° 25. Resultados análisis de muestras COLECBI SAC, año 2017

A. Estación de verano

1. Muestras de agua de tanque séptico H.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170328-014

Pág. 1 de 1

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR : **WALTER GOZZER MILLA.**

DIRECCIÓN : Jr. José Olaya N° 765 Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO : **AGUA RESIDUAL.**

CANTIDAD DE MUESTRA : 03 muestras

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de vidrio esteril transparente con tapa, frasco de plástico con tapa.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-03-28

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-03-28

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-04-01

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.

CÓDIGO COLECBI : **SS 170328-12**

RESULTADOS

Punto de Muestreo	Fecha	Hora
PMEI - 01	2016.11.30	14:45

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	ETS
Coliformes Totales (NMP/100mL)	13x10 ⁵
Coliformes Fecales (NMP/100mL)	13x10 ⁵

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	ETS
D.Q.O. (mg/L)	16.533
pH	
(*) Fosfatos (mg/L)	3.24
(*) Nitratos (mg/L)	21.81
(*) Nitritos (mg/L)	0,641

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-66 a 9-67. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

Coliformes Fecales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-74 a 9-75. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

D.Q.O. : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREO). Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Titrimetric Method.

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

Fosfatos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500B,E

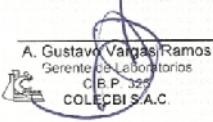
Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₃E

Nitritos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₂B

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Abril 03 del 2017.
GVR/jms



A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.E.P. 325
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

2. Muestras de agua marina



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



Registro N°LE-046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170328-015

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR : WALTER GOZZER MILLA.
DIRECCIÓN : Jr. José Olaya N° 765 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SALINA. (AGUA DE MAR)
CANTIDAD DE MUESTRA : 18 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de vidrio esteril transparente con tapa, frasco de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-03-28
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-03-28
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-04-01
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 170328-12

RESULTADOS

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

MUESTRA	ENSAYOS	
	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
PM : 1.1	<1,8	<1,8
PM : 1.2	<1,8	<1,8
PM : 1.3	<1,8	<1,8
PM : 2.1	<1,8	<1,8
PM : 2.2	<1,8	<1,8
PM : 2.3	<1,8	<1,8
PM : 3.1	<1,8	<1,8
PM : 3.2	<1,8	<1,8
PM : 3.3	<1,8	<1,8

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

MUESTRA	ENSAYOS			
	pH	(*) Fosfatos (mg/L)	(*) Nitratos (mg/L)	(*) Nitritos (mg/L)
PM : 1.1	7,69	0,031	0,067	<0,02
PM : 1.2	7,74	0,024	0,054	0,022
PM : 1.3	7,70	0,030	0,073	<0,02
PM : 2.1	7,72	0,023	0,061	<0,02
PM : 2.2	7,68	0,031	0,074	<0,02
PM : 2.3	7,73	0,028	0,061	0,024
PM : 3.1	7,69	0,024	0,072	<0,02
PM : 3.2	7,72	0,030	0,051	0,024
PM : 3.3	7,70	0,023	0,060	<0,02

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA.

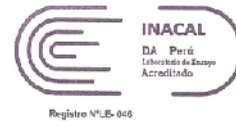
CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170328-015

Pág. 1 de 1

METODOLOGÍA EMPLEADA

Coliformes Totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-67. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

Coliformes Fecales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-74 a 9-75. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

Fosfatos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500B,E, 22nd Ed. 2012

Nitros : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 NO₃E, 22nd Ed. 2012

Nitritos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 NO₂B, 22nd Ed. 2012

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Abril 03 del 2017.
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.R. 328
COLECBI S.A.C.

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.


Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

3. Muestras de sedimento marino



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20170328-016

SOLICITADO POR : WALTER GOZZER MILLA
 DIRECCIÓN : Jr. José Olaya N° 765 Chimbote.
 PRODUCTO DECLARADO : SEDIMENTO MARINO.
 CANTIDAD DE MUESTRA : 09 muestras
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa de polietileno transparente con tapa, frasco de plástico con tapa.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-03-28
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-03-28
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2017-04-06
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 170328-12

Pág. 1 de 1

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS


MUESTRA	ENSAYOS		
	Fosfatos (mg/kg)	Nitratos (mg/kg)	Nitrógeno Amoniacal (mg/kg)
PM : 1.1	13,9	52,6	607,4
PM : 1.2	4,9	16,4	17,1
PM : 1.3	6,7	22,7	28,5
PM : 2.1	10,3	25,8	31,8
PM : 2.2	11,9	15,7	21,4
PM : 2.3	7,1	17,8	40,3
PM : 3.1	12,3	19,9	95,8
PM : 3.2	12,1	39,7	544,5
PM : 3.3	8,9	24,3	652,8

METODOLOGÍA EMPLEADA
 Fosfatos (Soluble) : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500B.E
 Nitratos (Soluble) : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₃-E
 Nitrógeno Amoniacal : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NH₃-F

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 07 del 2017.
 GVR/fms



A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.F. 328
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

B. Estación de otoño
1. Muestras de agua marina



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20170901-004 Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : WALTER GOZZER MILLA.
DIRECCIÓN : Jr. José Claya N° 765 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SALINA. (AGUA DE MAR)
CANTIDAD DE MUESTRA : 18 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-09-01
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-09-01
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-09-06
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 179091-3

RESULTADOS

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS


MUESTRA	ENSAYOS		
	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Nitritos (mg/L)
PM : 1.1	0,052	0,121	<0,02
PM : 1.2	0,039	0,098	<0,02
PM : 1.3	0,047	0,071	<0,02
PM : 2.1	0,052	0,092	<0,02
PM : 2.2	0,032	0,107	<0,02
PM : 2.3	0,041	0,151	0,101

METODOLOGÍA EMPLEADA
Fosfatos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500B E, 22nd Ed. 2012
Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 NO₃ E, 22nd Ed. 2012
Nitritos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 NO₂ B, 22nd Ed. 2012

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Setiembre 07 del 2017.
GVR/ms



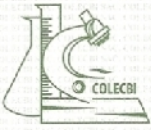
A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de laboratorios
 C.B.P. 326
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

2. Muestras de sedimento marino



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 20170901-005

SOLICITADO POR : **WALTER GOZZER MILLA**
 DIRECCION : **Jr. José Claya N° 765 Chimbote.**
 PRODUCTO DECLARADO : **SEDIMENTO MARINO.**
 CANTIDAD DE MUESTRA : **09 muestras**
 PRESENTACION DE LA MUESTRA : **Bolsa de polietileno transparente con tapa, frasco de plástico con tapa.**
 FECHA DE RECEPCION : **2017-09-01**
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2017-09-01**
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : **2017-09-06**
 CONDICION DE LA MUESTRA : **En buen estado.**
 ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Fisico Químico.**
 CÓDIGO COLECBI : **SS 170901-4**

RESULTADOS


ENSAYOS FISICO QUIMICOS

MUESTRA	ENSAYOS		
	Fosfatos (mg/kg)	Nitratos (mg/kg)	Nitrógeno Amoniacal (mg/kg)
PM : 1.1	8,1	32,1	66,2
PM : 1.2	2,3	3,2	2,4
PM : 1.3	2,8	6,1	1,3
PM : 2.1	7,2	12,8	9,1
PM : 2.2	8,3	18,3	19,4
PM : 2.3	11,7	19,4	29,8

METODOLOGÍA EMPLEADA
Fosfatos (Soluble) : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500B.
Nitratos (Soluble) : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NO₃E
Nitrógeno Amoniacal : SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012 4500 NH₃F
NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Esos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: **Nuevo Chimbote, Setiembre 07 del 2017.**
 GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 328
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / mediambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com