

# Impacto del Dren 4000 al Ecosistema Marino de la Caleta Santa Rosa, Lambayeque y Alternativas de Recuperación

## Impact of the Dren 4000 to the Marine Ecosystem of the Caleta Santa Rosa, Lambayeque and Alternatives of Recovery

Lizveth Karín Nizama Pacheco<sup>1</sup>, Carlos Francisco Cabrera Carranza<sup>2</sup>

Recibido: Octubre 2017 - Aprobado: Junio 2018

### RESUMEN

El objetivo fue identificar los impactos ambientales generados por el Dren 4000 de la Caleta Santa Rosa, debido a su alta contaminación consecuencia de actividades industriales, presenta problemas ambientales que debemos solucionar.

Se aplicó los Límites Máximos Permisibles para Efluentes (LMP), emitidos por el Ministerio del Ambiente para plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales, los Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de harina y aceite de pescado, emitidos por el Ministerio de la Producción; y para las aguas de mar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), dando resultados altos grados de contaminación. El número de coliformes totales y termotolerantes, sólidos suspendidos totales y DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) superan los límites máximos permisibles y los valores establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental, ocasionando un impacto negativo en el ecosistema marino. Por ello, se ha propuesto alternativas de recuperación, entre los más importantes: Implementación de un registro de volúmenes de desembarque de los recursos provenientes de las operaciones de las empresas de procesamiento de pescado, informes mensuales a las Direcciones Generales de Extracción y Procesamiento Pesquero y de Seguimiento, Control y Vigilancia y la propuesta de un proyecto de reubicación de la laguna de oxidación, entre otros.

**Palabras clave:** Impacto ambiental; ecosistema marino; alternativas de recuperación.

### ABSTRACT

The objective was to identify the environmental impacts generated by the Drain 4000 of the Caleta Santa Rosa, due to its high contamination as a result of industrial activities; it presents environmental problems that we must solve.

The Maximum Permissible Limits for Effluents (LMP), issued by the Ministry of the Environment for domestic and municipal wastewater treatment plants, the Maximum Permissible Limits (LMP) for the fishmeal and fish oil industry, issued by the Ministry were applied. Of the production; and for marine waters, the National Environmental Quality Standards (ECA), giving high levels of pollution. The number of total and thermotolerant coliforms, total suspended solids and BOD5 (Biochemical Oxygen Demand) exceed the maximum permissible limits and the values established in the national environmental quality standards, causing a negative impact on the marine ecosystem. Therefore, it has been proposed recovery alternatives, among the most important: Implementation of a registry of volumes of disembarkation of the resources coming from the operations of the fish processing companies, monthly reports to the General Directorates of Fishing Extraction and Processing and Monitoring, Control and Surveillance, and the proposal of a relocation project of the oxidation lagoon, among others.

**Key words:** Environmental impacts; marine ecosystem; recovery alternatives.

<sup>1</sup> Bióloga del Colegio de Biólogos del Perú Código n° 7827

<sup>2</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Lima, Perú. Profesor Principal.

## I. INTRODUCCIÓN

La Caleta Santa Rosa, ubicada a 17 km de la Provincia de Chiclayo, del Departamento de Lambayeque. Es un distrito con un acelerado desarrollo industrial y artesanal que vierte sus descargas al mar a través del canal de drenaje de la cuenca Chancay - Lambayeque denominado Dren 4000<sup>1</sup>, cerca de este se percibe un olor nauseabundo y el cambio de coloración del agua de mar en la orilla es notorio, esta influencia llega hasta 600 metros más al norte, área donde se desarrollan actividades de pesca y de recreación; Castañeda *et al.*, (2009) indican que recibe los desechos industriales de tres destilerías, restos orgánicos procedentes de un camal aledaño, aguas servidas de la laguna de oxidación de Santa Rosa, del terminal pesquero ECOMPHISA y módulos de procesamiento artesanal de pescado salado del CEPPAR.

Por otro lado, la construcción de lagunas de oxidación cercana al área de influencia, ocasionan daños sanitarios, ecológicos y económicos directos a la población de Pimentel, impacta negativamente en el turismo y en la comercialización de pescados y mariscos. Lo mencionado atenta contra la imagen de la Caleta Santa Rosa, exponiendo a la población a un constante vector de enfermedades de la piel y respiratoria<sup>2</sup>.

El objetivo es conocer la magnitud de contaminación y su impacto ambiental, por ello se demostrará que las aguas residuales y residuos sólidos industriales y urbanos son las causantes de la contaminación del Dren 4000 y de las aguas costeras de la Caleta Santa Rosa, para esto se realizó un trabajo de campo en donde se recogió muestras del Dren 4000 y se comparó con los Límites máximos permisibles (LMP).<sup>3</sup> y con los Parámetros de los Estándares Nacionales de calidad ambiental para agua, a su vez realizó comparaciones con otros estudios científicos del mismo lugar en años antecedentes<sup>4</sup>.

Estudios similares de compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas – Pisco, analizan el impacto que tiene la industrialización en el bienestar y la salud de las personas, propone medidas como sistemas de refrigeración, la instalación de tamices rotatorios para recuperar residuos menores a 1 mm de diámetro, entre otros.<sup>5</sup>

### 1.1 Ubicación Geográfica y Área de Estudio

El DREN 4000 es un canal de 14 km de longitud aproximadamente, que se extiende desde el km 764 de la Carretera Panamericana Norte en el Sector denominado

1 ANCIETA C. Efecto de los efluentes domésticos en la bahía del Callao. Instituto de Investigación de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Callao; 2012.

2 HERNÁNDEZ J y MENDOZA J. Implementación de nuevas tecnologías en la industria de alcohol etílico para la mitigación de impactos ambientales [Tesis Maestría]. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2005.

3 Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas residuales domésticas y para la industria de pescado.

4 ESTRADA, FRANCIA (2008), Coliformes y Enterococos en efluentes vertidos vía Dren 4000 en el mar de la Caleta Santa Rosa Lambayeque invierno – primavera.

5 Compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas – Pisco, Carlos Cabrera (1999), Rev. del Instituto de Investigación (RIIGE), FIGMMG-UNMSM, Vol. 2, N.º3 Enero – Junio 1999

Chosica del Norte, dentro del distrito de La Victoria, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, en el distrito de Santa Rosa.



Figura 1. Mapa de ubicación de estación de monitoreo, Bahía Santa Rosa

Fuente: Elaboración propia.

El área de estudio comprende dos superficies: Un área continental y un área marina. El área continental se extiende sobre el Dren 4000 y sus alrededores, dentro del distrito de Santa Rosa (provincia de Chiclayo). Mientras que el área marina se extiende en el Océano Pacífico, dentro de los 100 metros próximos a la costa y cercanos a la desembocadura de las aguas transportadas por el Dren 4000. Dentro de esta área de estudio se han ubicado las estaciones de monitoreo en las cuales se han tomado las muestras correspondientes (Tabla 1).

Tabla 1.

ESTACIÓN DE MONITOREO	DESCRIPCION	SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM DATUM WGS84, ZONA 17 SUR		
		ESTE	NORTE	
Agua residual	1	En el Dren 4000, punto de unión con efluente de la laguna de oxidación.	619,017	9'240,253
	2	Efluente de la laguna de oxidación.	618,941	9'240,192
	3	Efluente del Terminal Pesquero ECOMPHISA.	618,691	9'240,047
	4	Efluente de CEPPAR.	618,475	9'239,835
	5	En el Dren 4000, frente al procesamiento artesanal de pescado.	618,416	9'239,781
Agua de mar	6	Orilla del mar. Unión de aguas de mar y efluentes del Dren 4000.	617,967	9'240,076
	7	Agua de mar: 100 m al noroeste de la desembocadura del Dren 4000.	618,349	9'239,687
	8	Agua de mar: Usada para el procesamiento de pescado.	618,468	9'239,614
	9	Agua de mar: 100 m al sureste de la desembocadura del Dren 4000.	618,587	9'239,419
	10	Proximidad a embarcaciones y restaurantes.	618,809	9'239,128



**Figura 2.** Empresas Industriales.  
Fuente: Propia



**Figura 3.** Laguna de Oxidación.  
Fuente: Propia

Existen estudios similares realizados en la Bahía de Ancón<sup>6</sup> sobre la calidad ambiental en el mar por mediante el monitoreo de los principales parámetros físicos, químicos y biológicos, estos también fueron comparados por los Límites Máximos Permisibles establecidos en los estándares de calidad ambiental de agua, según DS N° 002-2008-MINAM.

Las muestras se tomaran en dos estaciones del año, 01 de marzo y el 01 de septiembre, estas a su vez se comparó con los parámetros microbiológicos, físicos y químicos obtenidos por Estrada y Francia, en su investigación para determinar la contaminación del Dren 4000 en el 2008 (Tabla 2).

### 1.2 Fuentes de vertimiento de aguas residuales y de disposición de residuos

A la altura del km 764 de la carretera Panamericana del Norte-sector Chosica del Norte, distrito de la Victoria se encuentran instaladas y operando tres plantas de caña de azúcar: Grupo Comercial Bari S.A., Destilería Chiclayo S.A.C y Destilería Naylamp E.I.R.L. (Figura 2).

A ambos lados del Dren 4000 existen camales avícolas, estos arrojan las vísceras de las aves al dren provocando una concentración de gallinazos, este camal se ubica en el distrito de la Victoria.

Otra fuente de vertimiento es la laguna de oxidación que se encuentra al lado izquierdo de la carretera Pimentel-Santa Rosa, las aguas que arrojan son de la ciudad del distrito de Santa Rosa, de propiedad de EPSEL S.A. (Figura 3). A lado derecho de la carretera Pimentel-Santa Rosa tenemos al terminal pesquero ECOMPHISA, en donde se comercializan productos hidrobiológicos que llegan de Chimbote y Piura, para su expendio en el mercado local. Por último, tenemos al Centro de procesamiento pesquero artesanal CEPPAR, en la orilla de la Caleta Santa Rosa.

<sup>6</sup> AREVALO, MALDONADO, IGLESIAS, CABRERA, CONCEPCIÓN, en su investigación "Evaluación de la calidad del ecosistema de la Bahía de Ancón 2013, pub. en la Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM.

## II. METODOLOGÍA

Para la determinación y recuento de coliformes totales y termotolerantes se utilizó la técnica del número más probables (NMP), siguiendo los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (APHA, AWWA, WEF, 2005). El color, turbidez y aspecto se determinó mediante una percepción visual de las muestras de agua. La temperatura superficial se determinó utilizando el método termómetro de superficie, según el Manual de Procedimientos de Análisis de Aguas (SUNASS 1998). Los sólidos suspendidos totales se determinaron aplicando el método gravimétrico (APHA, AWWA, WEF 2005).

En cuanto a la determinación de parámetros químicos, por ejemplo: Las mediciones del pH se hicieron utilizando una cinta indicadora universal con sensibilidad a 0,5. Para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se utilizó el Método Titulométrico de Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966). Los Fosfatos y Nitratos mediante el método espectrofotométrico del ácido ascórbico (APHA, AWWA, WEF 2005). Para identificar las características del aire y del paisaje se usó 10 puntos de muestreo, mediante el método directo de subjetividad representativa, a través de encuestas, las mismas que consideraron diversos aspectos relacionados con la perspectiva personal sobre impactos ambientales (Espinoza, 2001). Por último para identificar y valorar los impactos ambientales se aplicó la metodología de matrices de interacción, Causa-Efecto, basado en la Matriz de Leopold. Para la valoración cuantitativa se utilizó el método de Fisher-Davis citado por Conesa (1996), como: 1. poco significativo; 2. significativo; 3. muy significativo; 4. Severo; 5. Crítico; y para la valoración cualitativa se asignó Positivo (+) o Negativo (-).

## III. RESULTADOS

Los parámetros de campo fueron comparados con Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas y Municipales D.S.N° 003-2010-MINAM. y el D.S. N° 010-2008-Produce. Límites máximos Permisibles para la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias.

**Tabla 2.** Muestras tomadas en los 10 puntos de muestreo del Dren 4000.

Fecha: 01 de Marzo 2014							
Punto de muestreo	N° más probable de Totales / 100 ml	N° más probable de Termotolerantes / 100 ml	Temp. Superficial	Ph	Conduc. eléctrica	Sólidos suspendidos totales	DBO5
LMP PTAR	(*)	1.0x10 <sup>4</sup>	< 35	5 a 9		100	< 60
1	2.4X10 <sup>5</sup>	1.7x10 <sup>4</sup>	21	7.8	4.2	10	43.2
2	8.2X10 <sup>7</sup>	5.8x10 <sup>7</sup>	22.8	7.9	8.6	5.8	171.6
3	9.8X10 <sup>9</sup>	3.5x10 <sup>9</sup>	23.3	7.8	12.6	27.5	816
4	3.0X10 <sup>5</sup>	1.3x10 <sup>5</sup>	21.8	7.4	87.8	15	556.8
5	1.9X10 <sup>8</sup>	1.8x10 <sup>8</sup>	21	7.8	6.3	6	102

Fecha: 01 de Marzo 2014									
Punto de muestreo	N° más probable de Totales / 100 ml	NMP de Termotolerantes / 100 ml	Temp. Superficial	Ph	Conduc. eléctrica	Sólidos suspendidos totales	DBO5	Nitratos	Fosfatos
ECA-Cat.1B	1000	200		9			5	10	
ECA-Cat. 4. E3	(*)	2000		8.5		30	10	200	
6	3.2X10 <sup>7</sup>	1.8x10 <sup>7</sup>	19.7	7.8	50.9	15	62.4	30.8	17.4
7	1.5X10 <sup>5</sup>	5.6x10 <sup>4</sup>	19.5	7.7	53.1	15.6	7.2	8.5	0.5
8	1.3X10 <sup>3</sup>	7.1x10 <sup>2</sup>	19	7.7	53.2	18	1.8	5.3	0.4
9	2.6X10 <sup>2</sup>	1.3x10 <sup>2</sup>	19.6	7.8	53.1	8.4	1.5	3.7	0.2
10	1.9x10 <sup>3</sup>	1.7x10 <sup>2</sup>	19.6	7.8	53.5	0	1.2	3.7	0.5

Fecha: 01 de Septiembre 2014							
Punto de muestreo	N° más probable de Totales / 100 ml	N° más probable de Termotolerantes / 100 ml	Temp. Superficial	Ph	Conduc. eléctrica	Sólidos suspendidos totales	DBO5
LMP PTAR	(*)	1.0x10 <sup>4</sup>	< 35	5 a 9		100	< 60
1	2.0X10 <sup>5</sup>	1.6x10 <sup>4</sup>	20.5	8.4	5.3	14.8	69.4
2	7.3X10 <sup>6</sup>	2.4x10 <sup>6</sup>	22	8.5	8.5	1.5	145.8
3	5.8X10 <sup>7</sup>	3.9x10 <sup>7</sup>	20.5	8.1	11.2	47.7	613.2
4	2.4X10 <sup>6</sup>	8.1x10 <sup>5</sup>	22	7.2	98.1	25	568.9
5	6.3X10 <sup>6</sup>	5.4x10 <sup>5</sup>	20	8.3	6.5	13.3	201.8

Fecha: 01 de Septiembre 2014									
Punto de muestreo	N° más probable de Totales / 100 ml	NMP de Termotolerantes / 100 ml	Temp. Superficial	Ph	Conduc. eléctrica	Sólidos suspendidos totales	DBO5	Nitratos	Fosfatos
ECA-Cat.1B	1000	200		9			5	10	
ECA-Cat. 4. E3	(*)	2000		8.5		30	10	200	
6	1.4X10 <sup>6</sup>	3.6x10 <sup>5</sup>	19	8.3	8	8.4	104.2	48.2	7.7
7	1.9X10 <sup>5</sup>	1.6x10 <sup>5</sup>	18	8.4	46.9	5.6	10.3	11.4	0.4
8	2.7X10 <sup>4</sup>	1.6x10 <sup>5</sup>	18	8.3	52.7	3.3	13.1	12.1	0.1
9	2.2X10 <sup>2</sup>	1.5x10 <sup>2</sup>	17	8.5	54.2	1.3	1.9	3.8	0.1
10	3.6x10 <sup>2</sup>	2.9x10 <sup>2</sup>	17	8.5	54.7	0	2.6	5.6	0.7



**Tabla3.** Matriz de impactos ambientales cuantitativos y cualitativos generados por el Dren 4000 de la Caleta Santa Rosa.

Factores		Acciones	Vertido de agua residual urbana	Agua de lavado de producción pesquera	Efluente de laguna de oxidación	Efluente de empresas industriales	Presencia de residuos sólidos	Aumento del caudal de evacuación	Circulación de vehículos	Alteración del hábitat	Alteración cubierta de suelo	Alteración drenaje	Alteración hidrológica
Medio Físico	Suelo	Topografía									-3	-3	
		Geomorfología									-3	-3	
		Contaminación Directa	-4	-4		-4	-4						
	Aire	Calidad de aire	-2	-3	-2	-3	-3	-3	-2				
		Ruido							-2				
		Emisiones de gases							-2				
		Olores	-2	-3	-2	-3	-3	-3					
	Agua	Calidad Física	-5	-5	-2	-5	-3					-4	-4
		Calidad Química	-5	-5	-2	-5	-3					-4	-4
		Calidad Microbiológica	-5	-5	-2	-5	-3					-4	-4
	Flora	Cubierta Vegetal	-2	-2	-2	-2	-3			-3			
		Diversidad								-2			
	Fauna	Recursos Hidrobiológicos	-3	-3	-2	-3	-3	-3		-3			
		Diversidad								-3			
Paisaje	Paisaje natural	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-2	-4	-4	-4	-4	
Medio Socioeconómico y Cultural	Humano	Salud	-4	-4	-4	-4	-4			-3			
		Seguridad					-3	-3	-2			-3	-2
		Bienestar	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3
		Molestias	-4	-4	-4	-4	-4		-3			-3	-3
		Calidad de vida							-3				
	Económico	Transformación del suelo	-3	-3	-3	-3	-4				-3		
		Ingresos económicos							-3				
	Cultural	Paisajístico	-3	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3
		Recreacional turístico	-3	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-4	-3	-3	-3

Para ambos indicadores los niveles de contaminación fecal (Coliformes totales y termotolerantes), del Terminal Pesquero ECOMPHISA (Punto 3) aumentó considerablemente, aportando en su efluente  $5.8 \times 10^7$  de coliformes totales y  $3.9 \times 10^7$  de coliformes termotolerantes, convirtiéndose en uno de los mayores contaminantes del Dren 4000 de la Caleta Santa Rosa.

En la fuente del efluente de la laguna de oxidación (Punto 2) reporta  $2.4 \times 10^6$  de coliformes termotolerantes, excediendo el LMP establecido para Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domésticas o Municipales en el D.S. 003-2010-MINAM.

El valor más alto de temperatura superficial registrado perteneció al efluente de la laguna de oxidación (Punto 2) y al efluente del CEPPAR (Punto 4). El valor registrado en el punto 2 cumple con el LMP establecido para Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domésticas o Municipales en el D.S. 003-2010-MINAM.

El efluente del CEPPAR (Punto 4), obtuvo un Ph cercano a la neutralidad, mientras que en los otros puntos se obtuvo un Ph alcalino con un rango entre 8.1 y 8.5 unidades.

La conductividad eléctrica fue más elevada en el Punto 4; la misma que se relaciona con la alta concentración de sólidos disueltos en efluentes de la actividad pesquera artesanal.

El valor de sólidos suspendidos totales más alto se encontró en los Puntos 3, debido al deficiente tratamiento de retención de sólidos a causa de la comercialización y procesamiento de pescado eliminándose en el Dren 4000.

En la demanda bioquímica de oxígeno los valores más altos fueron los efluentes del Terminal Pesquero ECOMPHISA (Punto 3) y CEPPAR (Punto 4). El valor registrado en el punto 2 supera los límites máximos permitidos para los efluentes de PTAR domésticos y municipales (laguna de oxidación) y el valor registrado en el punto 3 y 4 supera los límites máximos permitidos para los efluentes de industrias de harina y aceite de pescado.

Por otro lado, los parámetros de campo fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua) establecidos en el D.S. 015-2015-MINAM, encontrándose para ambos indicadores (Coliformes totales y termotolerantes), niveles

de contaminación más altos en la unión de aguas de mar con efluentes del Dren 4000 (Punto 6) con  $1.4 \times 10^6$  de coliformes totales y  $3.6 \times 10^5$  de coliformes termotolerantes, los valores de la temperatura superficial fluctúan entre  $17^\circ\text{C}$  y  $19^\circ\text{C}$  en agua de mar, el Ph de las aguas se mantuvo en el rango de neutralidad y ligeramente alcalinas, fluctuando desde 7.2 a 8.5 unidades, estos resultados muestran la ausencia de sustancias que pueden modificar el Ph del agua, la conductividad eléctrica se mantuvo en un rango entre 8.0 y 54.7 mS/cm, siendo la más elevada en el Punto 10. En relación a los Sólidos Suspendidos Totales para las zonas de agua de mar se encontró valores entre 8.4 mg/l en el Punto 6 y 0.0 mg/l en el Punto 10.

Con respecto a las zonas de contacto primario, el valor más alto se presentó en el Punto 6 con una DBO5 de 104.2 mg/l (Demanda bioquímica de oxígeno).

Las concentraciones de nitratos en el agua de mar obtuvo valores comprendidos entre 3.4 a 48.2 mg/l, siendo el valor más significativo donde evacua sus aguas residuales el Dren 4000, las concentraciones de fosfato en el agua de mar obtuvieron valores comprendidos entre 0.1 y 7.7 mg/l, siendo el valor más significativo en el agua de mar donde evacua sus aguas residuales el Dren 4000 con un aporte de 7.7 mg/l.

Al determinar las características del aire y del paisaje, vemos que la menor percepción de olor en el aire fue en los Puntos 8, 9 y 10, con 45%, 35% y 20% respectivamente, por otro lado tenemos que la mayor percepción fue en los Puntos 2, 4 y 7, con 80%, 75% y 80% respectivamente, la menor contribución del Dren 4000 al paisaje fue en los Puntos 7 y 8, con 60%, por otro lado tenemos que la mayor contribución al paisaje fue en los Puntos 3 y con 92%.

### 3.1 Identificación y valorización de los impactos ambientales

La acción de residuos sólidos en la playa y emisión de efluentes industriales, urbanos y de la producción pesquera impactan negativamente en el agua, suelo, aire, flora, fauna y paisaje; así como el factor humano, económico y cultural y respecto a su valoración destacan los significativos, muy significativos y severos. (Tabla 3).

### 3.2 Alternativas de recuperación del Dren 4000

- Promover una cultura ambiental por medio de campañas de educación sanitaria y ambiental masivas a la población de la Caleta Santa Rosa, a los pescadores, a los representantes de las industrias de procesamiento de pescado salpreso y seco salado, del terminal pesquero y de los distritos aledaños.
- Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales generados por el CEPPAR, considerando en su construcción un evacuador para direccionar las aguas residuales a una distancia de 200 metros en el mar adentro.
- Llevar a cabo la limpieza en seco preliminar de los equipos y de las zonas de procesamiento de pescado antes de proceder con la limpieza en húmedo.

- Ampliación, mejoramiento y traslado de la Laguna de Oxidación operada por EPSEL.
- Desarrollar un adecuado sistema de drenaje pluvial tanto en el área urbana del Distrito de Santa Rosa como en el área de expansión. El diseño de este sistema debe desarrollarse en forma independiente del sistema de desagüe de la ciudad.
- Elaborar un plan de manejo ambiental sobre la Laguna de oxidación del Distrito de Santa Rosa, con la finalidad de determinar su traslado tomando en cuenta las siguientes consideraciones:
- El Centro de Procesamiento Pesquero Artesanal CEPPAR, El terminal pesquero ECOMPHISA, y las empresas de la industria de alcohol etílico deben realizar monitoreos ambientales del ecosistema marino.
- El IMARPE y la Municipalidad Distrital de Santa Rosa deben evaluar la calidad química y microbiológica del agua de mar de la Caleta Santa Rosa de manera periódica, con la finalidad de verificar el cumplimiento con los límites máximos permisibles de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Cabrera, Carranza en su estudio de Compatibilidad Ambiental de la Industria de Harina de Pescado en Paracas – Pisco, indican que las medidas correctoras ayudan a recuperar el medio ambiente y al igual que el presente estudio pueden aplicarse en otros lugares del territorio peruano.

## IV. CONCLUSIONES

Los valores más altos de coliformes totales y termotolerantes, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales y DBO5 respectivamente de agua residual del Dren 4000 corresponden a los efluentes del Terminal Pesquero ECOMPHISA y CEPPAR, siendo estos las fuentes potenciales de contaminación en el Dren 4000.

El valor registrado de Demanda Bioquímica de Oxígeno en el efluente de la laguna de oxidación (145.8) supera el límite máximo permisible de 100 establecido para Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Domésticas o Municipales en el D.S. 003-2010-MINAM y los valores registrados en el efluente de ECOMPHISA (613.2) y CEPPAR (568.9) superan el límite máximo permisible de 60 establecido para efluentes de Industria de Harina y Aceite de pescado, dando evidencia del mayor aporte de contaminación en materia orgánica.

De acuerdo a los parámetros comparados, se muestra un alto grado de contaminación, sin embargo, estas aguas residuales al llegar al mar tienden a diluirse a causa de las corrientes marinas permitiendo la mezcla y reducción de la contaminación orgánica y microbiológica, pero a pesar de esta disminución de la carga bacteriana se mantiene el peligro de la salud humana.

## V. AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias Ambientales, Carlos F. Cabrera Carranza. A mis padres por todo su apoyo brindado durante la realización de la tesis, Víctor Nizama y Dora Pacheco.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA and WEF. Standard Method's for examination of water and wastewater 21<sup>th</sup> Edition Washington D.C. 2005.
2. Arevalo, Maldonado, Iglesias, Cabrera, Concepción, en su investigación "Evaluación de la calidad del ecosistema de la Bahía de Ancón 2013, pub. en la Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM.
3. Ancieta C. Efecto de los efluentes domésticos en la bahía del Callao. Instituto de Investigación de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Callao; 2012.
4. Cabrera C. plan de recuperación ambiental de la Bahía de Chancay. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, p: 6 (11): 51-63. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2003.
5. Cabrera C, Guadalupe E, Maldonado M, Arévalo W, Pacheco Renán, Giraldo A y Quispe J. Evaluación ambiental de la Bahía de Paita. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG, p: 8(15): 14-18. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2005.
6. Castañeda J y De Kastañeda G. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales producidas por la industria artesanal de pescado salado en el Distrito de Santa Rosa [Tesis Maestría]. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2005.
7. Castañeda J, Bances S, Torres D, Ramirez P, De La Cruz J, Galán J, Castro J y Vilchez F. Estudio preliminar sobre los efectos del Dren 4000 en la comunidad Macrobentónica intermareal de Caleta Santa Rosa. Instituto del Mar del Perú (IMARPE) Sede Lambayeque; 2009.
8. Cabrera, Carlos (1999), Compatibilidad ambiental de la industria de harina de pescado en Paracas – Pisco. Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM, Vol. 2, N.º3 Enero – Junio 1999
9. Conesa V. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi Prensa 2a Edición España; 1997.
10. Diaz L. Nivel de contaminación fecal de las aguas marinas costeras de la Caleta Santa Rosa [Tesis Maestría]. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2003.
11. Espinoza G. Fundamentos de evaluación del Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo BID; Centros de Estudio para el Desarrollo CED, p: 23-27; 95-99; 2001.
12. Estrada E y Francia O. Evaluación microbiológica de los efluentes industriales y domésticos vertidos vía Dren 4000 en el mar de la Caleta Santa Rosa; 2008.
13. Guillén O, R Calienses y R Rndán. Medio ambiente y producción primaria frente al área Pimentel-Chimbote. Bol. Inst. Mar Perú (3): 107-159; 1978.
14. Hernández J y Mendoza J. Implementación de nuevas tecnologías en la industria de alcohol etílico para la mitigación de impactos ambientales [Tesis Maestría]. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2005.
15. Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque; 2005.
16. Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía El Ferrol; 2012.
17. Monteza J. Valorización de los impactos ambientales significativos en la Caleta Santa Rosa, Distrito de Chiclayo, Mayo 2003 a Marzo 2004 [Tesis]. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2004.
18. Romero B. Impactos ambientales significativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la ciudad de Chiclayo y propuesta de un Plan de mitigación [Tesis doctoral]. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2010.

