

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**“ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PMA Y  
CUMPLIMIENTO DE LMP PARA EFLUENTES INDUSTRIALES  
PESQUEROS EN LA BAHÍA DE CHANCA Y (2012-2018)”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

**INGENIERO PESQUERO**

**ANDRÉS EDUARDO CAMPBELL CATERIANO**

Lima – Perú

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**

**“ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PMA Y  
CUMPLIMIENTO DE LMP PARA EFLUENTES INDUSTRIALES  
PESQUEROS EN LA BAHÍA DE CHANCAY (2012-2018)”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO PESQUERO**

Presentada por:

**ANDRÉS EDUARDO CAMPBELL CATERIANO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

M.Eng. María Cristina Miglio Toledo  
Presidente

---

Mg.Sc. Arcadio Henry Orrego Albañil  
Miembro

---

M.Univ. Luis Lorenzo Carrillo La Rosa  
Miembro

---

Dr. Luis Alfredo Icochea Salas  
Asesor

## ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo General .....	3
2.2. Objetivos Específicos .....	3
III. CUERPO DEL TRABAJO .....	4
3.1. ANTECEDENTES .....	4
3.1.1. Impactos ambientales en la Bahía de Chancay relacionados a la industria pesquera .....	4
3.1.2. Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles-LMP en EIP de CHI en Perú. ....	6
3.1.3. Harina y aceite de pescado: definición y tipos. ....	6
3.1.4. Proceso de producción de Harina de Pescado (anchoveta) en Perú. ....	7
3.1.5. Efluentes generados por el proceso de producción de harina y aceite de pescado. ....	10
3.1.6. Tratamiento de efluentes del proceso de producción de harina y aceite de pescado. ....	13
3.1.7. Límite Máximo Permisible (LMP) .....	15
3.1.8. Normativa en el sector Pesquero .....	15
3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN Y METODOLOGÍA .....	21
3.3. RESULTADOS .....	29
3.3.1. Descripción y análisis de los sistemas de tratamiento de efluentes implementados según los PMA de cada EIP .....	29
3.3.2. Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de los parámetros físicos – químicos en los efluentes por EIP según el Decreto Supremo N°010-2008-PRODUCE .....	43

3.3.3. Análisis del cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles del parámetro DBO <sub>5</sub> de los monitoreos de efluentes por EIP.....	56
3.3.4. Porcentaje de Cumplimiento de la normativa ambiental LMP de los informes de monitoreo de las empresas estudiadas. ....	60
3.3.5. Mejora tecnológica y carga contaminante promedio.....	62
3.3.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	66
IV. CONCLUSIONES.....	71
V. RECOMENDACIONES.....	73
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
VII. ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características físico químicas del agua de bombeo .....	11
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado – D.S. 010-2008-PRODUCE. ....	18
Tabla 3. Establecimientos industriales pesqueros evaluados .....	22
Tabla 4. Años para iniciar el cumplimiento de los LMP.....	23
Tabla 5. Recepción de materia prima (TM) por año en los EIP evaluados.....	24
Tabla 6. Temporadas de pesca en la zona norte-centro para el periodo 2012-2018.....	25
Tabla 7. Número de supervisiones ambientales realizadas a los EIP evaluados.....	28
Tabla 8. Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “HUK” .....	31
Tabla 9. Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “HUK” .....	32
Tabla 10. Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “ISKAY” .....	35
Tabla 11. Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “ISKAY” .....	36
Tabla 12. Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “KIMSA” .....	38
Tabla 13. Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “KIMSA” .....	39
Tabla 14. Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “TAWA” .....	42
Tabla 15. Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “TAWA” .....	43
Tabla 16. Número de informes de monitoreo presentados por los EIP evaluados.....	44
Tabla 17. Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “HUK”.....	45
Tabla 18. Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “HUK”.....	46
Tabla 19. Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP “HUK”.....	47
Tabla 20. Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “ISKAY”.....	48

Tabla 21. Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “ISKAY”	49
Tabla 22. Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP “ISKAY”	50
Tabla 23. Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “KIMSA”	51
Tabla 24. Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “KIMSA”	52
Tabla 25. Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP “KIMSA”	53
Tabla 26. Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “TAWA”	54
Tabla 27. Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “TAWA”	55
Tabla 28. Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP “TAWA”	56
Tabla 29. Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO <sub>5</sub> para el EIP-CHI “HUK”	57
Tabla 30. Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO <sub>5</sub> para el EIP-CHI “ISKAY”	58
Tabla 31. Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO <sub>5</sub> para el EIP-CHI “KIMSA”	59
Tabla 32. Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO <sub>5</sub> para el EIP-CHI “TAWA”	60
Tabla 33. Porcentaje de cumplimiento de los LMP aprobados mediante D.S. N° 010-2008- PRODUCE, para el periodo 2012-2018.	61
Tabla 34. Grado de mejora y carga contaminante del EIP “HUK”	62
Tabla 35. Grado de mejora y carga contaminante del EI “ISKAY”	63
Tabla 36. Grado de mejora y carga contaminante del EIP “KIMSA”	63
Tabla 37. Grado de mejora y carga contaminante del EIP “TAWA”	64
Tabla 38. Resultados de monitoreo OEFA para el EIP “HUK”	64
Tabla 39. Resultados de monitoreo OEFA para el EIP “ISKAY”	65
Tabla 40. Resultados de monitoreo OEFA para el EIP “KIMSA”	65
Tabla 41. Resultados de monitoreo OEFA para el EIP “TAWA”	65
Tabla 42. Porcentaje de cumplimiento de los LMP en los EIP evaluados, incluyendo los resultados de OEFA.	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los Establecimientos industriales pesqueros evaluados en la Bahía de Chancay .....	22
Figura 2. Valores de los monitoreos del pH para el EIP “HUK” (2012-2018). .....	45
Figura 3. Valores de los monitoreos del parámetro Aceites y Grasas para el EIP “HUK” (2012-2018). .....	46
Figura 4. Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP “HUK” (2012-2018). .....	47
Figura 5. Valores de los monitoreos del parámetro pH para el EIP “ISKAY” (2012-2018). .....	48
Figura 6. Valores de los monitoreos del parámetro Aceites y Grasas para el EIP “ISKAY” (2012-2018). .....	49
Figura 7. Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP “ISKAY” (2012-2018). .....	50
Figura 8. Valores de los monitoreos del parámetro pH para el EIP “KIMSA” (2012-2018). .....	51
Figura 9. Valores de los monitoreos del parámetro Aceites y Grasas para el EIP “KIMSA” (2012-2018). .....	52
Figura 10. Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP “KIMSA” (2012-2018). .....	53
Figura 11. Valores de los monitoreos del parámetro pH para el EIP “TAWA” (2012-2018). .....	54
Figura 12. Valores de los monitoreos del parámetro A y G para el EIP “TAWA” (2012-2018). .....	55
Figura 13. Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP “TAWA” (2012-2018). .....	56
Figura 14. Valores de los monitoreos del DBO5 para el EIP-CHI “HUK” (2012-2018). .....	57
Figura 15. Valores de los monitoreos del DBO5 para el EIP-CHI “ISKAY” (2012-2018). .....	58
Figura 16. Valores de los monitoreos del DBO5 para el EIP-CHI “KIMSA” (2012-2018). .....	59
Figura 17. Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP-CHI “TAWA” (2012-2018). .....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI “HUK” .....	80
Anexo 2: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI “ISKAY” .....	81
Anexo 3: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI “KIMSA” .....	82
Anexo 4: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI “TAWA” .....	83
Anexo 5: Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI “HUK” .....	84
Anexo 6: Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI “ISKAY” .....	85
Anexo 7: Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI “KIMSA” .....	86
Anexo 8: Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI “TAWA” .....	87



## **PRESENTACIÓN**

### **Descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con los campos temáticos de la carrera profesional.**

El presente trabajo describe la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional Agraria La Molina y el desarrollo de las competencias conseguidas en el ejercicio de la profesión. Dichas competencias se obtuvieron a través del trabajo realizado en la Coordinación de Supervisión Ambiental en Pesca, perteneciente a la Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, desde setiembre del año 2016 a la actualidad (2021). Esta dirección anteriormente fue parte de la ex Dirección de Supervisión, y es creada mediante el Reglamento de Organización de Funciones (ROF) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, aprobado mediante Decreto Supremo N°013-2017-MINAM.

La Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas- DSAP es el órgano de línea del OEFA encargado de supervisar el cumplimiento de obligaciones ambientales fiscalizables en el ámbito de las actividades productivas, en este caso, de los subsectores pesca y acuicultura a través de la Coordinación de Supervisión Ambiental en Pesca. Bajo su competencia se encuentra la supervisión ambiental a actividades de procesamiento industrial pesquero y acuicultura de mediana y gran empresa (AMYGE). Asimismo, esta Dirección es responsable de emitir medidas administrativas en el ámbito de su competencia, así como de proponer la imposición de medidas correctivas y medidas cautelares.

Las actividades realizadas en la Coordinación de Supervisión Ambiental en Pesca están relacionadas al análisis y sistematización de los resultados de los monitoreos ambientales presentados por las empresas de los subsectores pesca y acuicultura al OEFA, según sus compromisos ambientales asumidos y la normativa ambiental vigente. De igual manera, se trabajó en el análisis de información relacionada a la gestión integral de residuos sólidos de dichas empresas, principalmente en lo referente a la presentación oportuna de los documentos según se establece en las normas correspondientes. En específico los informes de monitoreo de efluentes industriales pesqueros provenientes de la industria de consumo humano indirecto “CHI” y consumo humano directo “CHD”.

Asimismo, dentro de mis competencias realicé labores relacionadas a la identificación y análisis de los compromisos ambientales asumidos por las empresas de los subsectores pesca y acuicultura en sus respectivos Instrumentos de Gestión Ambiental tales como Estudios de Impacto Ambiental, Programas de Adecuación y Manejo Ambiental, Informes Técnicos Sustentatorios, entre otros. El objetivo de dicha labor es identificar, clasificar y sistematizar los diversos compromisos ambientales de forma estandarizada, a fin de poder ser verificados en campo con facilidad y de manera efectiva.

### **Describir los aspectos propios de la puesta en práctica de lo aprendido durante los 5 años de estudio.**

Las funciones desempeñadas en la Coordinación de Supervisión Ambiental en Pesca del OEFA me permitieron poner en práctica lo aprendido durante la carrera, principalmente lo referido al curso de “Contaminación de Ambientes Acuáticos”, el cual abarcó temas sobre contaminación ambiental producida por el sector pesquero y acuícola, normativa ambiental pesquera, calidad de agua en cuerpos marinos y continentales, impactos ambientales, instrumentos de gestión ambiental, entre otros; que explican la importancia del cuidado ambiental y su relación con el desarrollo responsable de las actividades económicas. Asimismo, considero importantes para el desarrollo de mi actividad profesional los cursos de “Limnología” y “Oceanografía”, que abarcaron temas relacionados a la calidad fisico-química de los ambientes acuáticos y las dinámicas que se desarrollan en estos. Gracias a dichos cursos obtuve conceptos fundamentales para poder entender y evaluar adecuadamente la información de carácter ambiental que envían los administrados al OEFA, así como identificar los posibles impactos ambientales negativos producidos durante el desarrollo de las actividades de procesamiento industrial pesquero y acuícolas. El análisis de dicha información, respecto a las normas ambientales del sector y a los compromisos asumidos en cada Instrumento de Gestión Ambiental, constituyen un insumo importante para la evaluación del cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables de cada empresa.

Asimismo, en referencia a las labores relacionadas con la identificación y análisis de compromisos ambientales presentes en los Instrumentos de Gestión Ambiental - IGA, resultó imprescindible aplicar los conceptos aprendidos en los diferentes cursos de procesamiento pesquero y acuicultura, tales como “Tecnologías de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos”, los cursos electivos de procesamiento, “Acuicultura I y II”,

“Construcciones Pesqueras”, entre otros; los cuales me permitieron conocer los distintos procesos productivos, sus etapas, sus limitantes e implicancias ambientales. Dichos conceptos son necesarios para poder identificar adecuadamente y entender los compromisos ambientales que aparecen en los IGA, que están directamente relacionados a cada etapa de los procesos productivos y a los impactos ambientales negativos que puedan generar.

Finalmente, el presente trabajo me permitió poner en práctica los conocimientos en materia ambiental y productivos respecto a las actividades pesqueras y acuícolas aprendidos en la universidad, en el contexto del aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos y el cuidado del ambiente.

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los principales productores de harina de pescado en el mundo, esto gracias a la abundancia de la especie conocida como Anchoveta (*Engraulis ringens*), cuyo aprovechamiento origina la principal industria pesquera del país. Esta industria produce empleo, genera divisas y contribuye al desarrollo del Perú. En el año 2018 se registraron descargas por más de 6 millones de toneladas de anchoveta, lo cual significó una producción total de 1.4 millones de toneladas de harina de pescado y 241 mil toneladas de aceite de pescado (INEI, 2020). Asimismo, en el 2019 se registró una producción total de harina y aceite de pescado de 920 mil toneladas en conjunto (INEI, 2020). Debido a estos números, la extracción e industria pesquera son responsables por el 1.5% del PBI nacional y por el 7% del total de las exportaciones, generando un promedio de 700 mil puestos de trabajo directos y generando divisas por más de 3300 millones de dólares (SNP, 2020).

Sin embargo, desde la perspectiva ambiental, esta producción implica necesariamente el vertimiento de efluentes residuales al medio marino, lo cual puede generar impactos negativos sobre el ecosistema, además de afectar también el bienestar y salud de las personas. Las aguas residuales o efluentes industriales pesqueros se caracterizan por contener altas concentraciones de sólidos, orgánicos e inorgánicos, así como niveles elevados de grasas y aceites. Estos efluentes al ser vertidos cuerpo marino receptor pueden alterarlo negativamente, causando cambios en la salinidad, disminución de oxígeno disuelto, aumento de la DBO5, incremento de nutrientes como fosforo y nitrógeno, alta carga de sulfuros y amonio e incremento de la temperatura (García-Sifuentes *et al.*, 2009). Esta situación hace necesario que las autoridades desarrollen y apliquen medidas de regulación y control sobre los aspectos ambientales relacionados a la producción de harina y aceite de pescado, con el fin de lograr el desarrollo sostenible de esta actividad.

Entre las principales medidas implementadas para regular a la actividad y controlar la contaminación por efluentes industriales pesqueros están: i) los protocolos de monitoreo de

efluentes (R.M. 003-2002-PE, y sus modificatorias la R.M. 061-2016-PRODUCE y actualmente la R.M. 271-2020-PRODUCE), ii) los Límites Máximos Permisibles-LMP para efluentes de la industria de harina y aceite de pescado aprobados con D.S. 010-2008-PRODUCE y su actualización el D.S. 010-2018-MINAM, y iii) La Guía para la Actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA), aprobada con la R.M. 181-2009-PRODUCE. Además, la Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (2001) y su reglamento (D.S. 019-2009-MINAM) establecen, entre otros aspectos, la obligatoriedad de una certificación ambiental para el desarrollo de cualquier proyecto público o privado; así como la mitigación de los impactos ambientales negativos.

En particular, la bahía de Chancay, perteneciente al distrito del mismo nombre, ubicado en la provincia de Huaura y departamento de Lima, constituye una de las principales zonas de producción de harina y aceite de pescado, albergando actualmente cuatro plantas industriales harineras activas. Años atrás, esta bahía generó preocupación en diferentes niveles debido a la contaminación marina generadas por el vertimiento de efluentes industriales y urbanos. Un estudio del cuerpo marino receptor realizado en la bahía de Chancay indica que entre las principales actividades a las que se atribuyó la causa de dicha contaminación fue a la industria de harina y aceite de pescado (Cabrera, 2001). Actualmente, debido a las medidas mencionadas, las plantas harineras ubicadas en la bahía de Chancay deben verter sus efluentes a través de emisores submarinos en el cuerpo marino receptor, previo tratamiento y respetando los LMP. Sin embargo, un estudio hecho al cuerpo marino receptor de la bahía de Chancay en el año 2015 indica que en las temporadas de producción de harina y aceite de pescado se encontraron concentraciones elevadas de sólidos y materia orgánica, superando los valores de los Estándares de Calidad Ambiental – ECA (D.S. 015-2015-MINAM y su modificatoria D.S. 004-2017-MINAM) para la categoría 2 y 4 (Falcón y Yalico, 2015). Esta situación genera especial interés en conocer qué sistemas de tratamiento utilizan las plantas harineras en esta bahía y si la calidad de los efluentes que generan cumple con los LMP.

En ese sentido, el presente trabajo contribuirá a conocer el estado de la implementación de los sistemas de tratamiento de efluentes utilizados por las plantas harineras de la bahía de Chancay, la calidad de los efluentes pesqueros generados por ellos, en el periodo 2012-2018, así como determinar si cumplieron con los LMP durante dicho tiempo. El trabajo propone analizar la información ambiental de manera integral, utilizando correctamente las normas establecidas; y dar un acercamiento sobre la fiscalización ambiental y su aplicación.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Analizar la implementación de mejoras en los sistemas de tratamiento de efluentes según los Planes de Manejo Ambiental (PMA) de los establecimientos industriales pesqueros de la bahía de Chancay, con relación al grado de cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles- LMP para efluentes generados por la producción de harina y aceite de pescado durante el periodo 2012- 2018.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Describir y analizar los sistemas de tratamiento de efluentes implementados por los EIP-CHI de la bahía de Chancay, según los PMA aprobados en el marco del cumplimiento de los LMP.
- Evaluar el cumplimiento de los parámetros pH, A&G y SST con relación a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la normativa nacional y del parámetro DBO5 teniendo como referencia la normativa vigente en Ecuador, durante el periodo 2012-2018.

### **III. CUERPO DEL TRABAJO**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

##### **3.1.1. Impactos ambientales en la Bahía de Chancay relacionados a la industria pesquera**

La bahía de Chancay está ubicada en el distrito de Chancay, provincia de Huaral y departamento de Lima. Es un área marina abierta al medio oceánico. Las características oceanográficas están dentro del patrón de distribución para las masas de aguas costeras frías del mar peruano, con temperaturas promedio de 18.1 °C y 35.1ppm. en promedio de salinidad (Austral, 2018). Esta bahía es vista con preocupación en diferentes niveles a efecto de los problemas de contaminación marina que generan las actividades productivas, en especial la actividad industrial pesquera (Pérez, 2019).

Dentro del ámbito del distrito de Chancay existen 16 centros poblados, los cuales se encuentran articulados entre sí por la red vial nacional de la Panamericana Norte. La zona industrial del puerto de Chancay es una zona industrial por excelencia vinculada a actividades pesqueras, de producción de harina y aceite de pescado y enlatado. En este caso, la industria coexiste al lado de conjuntos habitacionales, lo que demuestra una deficiente planificación territorial. También se desarrollan actividades de desembarque de pesca industrial. Además, la bahía recibe descargas de efluentes domésticos, también descargas de efluentes de otras actividades industriales como avícolas, una fábrica de producción de explosivos, y actividades agrícolas de la zona. La recolección de las aguas residuales de la ciudad de Chancay cuenta con una red de 57,76 km a través del distrito, distribuida en 6 zonas de drenaje que descargan independientemente al mar a través de sus respectivos emisores, ocasionando la contaminación de las playas, dados que son arrojados crudos es decir sin ningún tratamiento (Austral, 2018).

Hace 20 años Cabrera (2001) analizó diversos parámetros físico-químicos relacionados a la calidad del cuerpo marino receptor, durante las temporadas de pesca y veda en el año 2000. Se señala que se presentaron casos extremos de concentraciones de 0 mg/L de oxígeno disuelto e índices de biodiversidad nulos en sedimentos, valores de 120 mg/L de DBO<sub>5</sub>, 90.02 mg/L en aceites y grasas, y 110.17 mg/L en sólidos suspendidos; lo que confirmaría

un alto grado de contaminación de las aguas costeras de la Bahía de Chancay. Estos resultados coincidieron con las temporadas de producción de los establecimientos industriales pesqueros de la zona durante el año de estudio. Asimismo, se menciona que observó un impacto socioeconómico severo debido al deterioro de las playas y espacios públicos relacionados a la bahía.

En el año 2012, la Autoridad Nacional del Agua presentó los resultados de un monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Chancay-Huaral, donde también analizaron la calidad del agua de mar. Los resultados indican que existen alteraciones en la calidad del agua de mar pues las concentraciones de oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, plomo, entre otros, no cumplieron con los ECA vigentes en aquel momento (D.S. 010-2008-MINAM), para la categoría 4 “conservación del ambiente acuático”.

Posteriormente, Falcón y Yalico (2015) evaluaron la contaminación del agua de mar en la Bahía de Chancay, durante las temporadas de veda de anchoveta y producción de harina y aceite de pescado, con el objetivo de determinar el efecto de los vertimientos en las características físicas y químicas del agua de mar en la bahía. Dicha investigación obtuvo como resultado que las propiedades fisicoquímicas de las aguas marinas, analizadas a distintas profundidades, obtuvieron valores elevados de sólidos y materia orgánica, superando los valores de los Estándares de Calidad Ambiental – ECA (D.S. 015-2015-MINAM y su modificatoria D.S. 004-2017-MINAM) para las categorías 2 y 4. Se reportaron valores de 5,44, a 6,23mg/L de oxígeno disuelto en la superficie; 55,4 a 120 mg/L de DBOs en superficie; 16,25 a 32,80 mg/L de sólidos suspendidos totales en superficie y de 105,47 a 110,7 mg/L de SST en fondo.

Además, Pérez (2019) estudió la variación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de los efluentes tratados y vertidos por los Establecimientos Industriales Pesqueros-EIP que producen harina y aceite de pescado -Consumo Humano Indirecto- (CHI) en la bahía de Chancay, en el periodo 2011-2017. Concluye que en líneas generales existe una tendencia al cumplimiento de los límites máximos permisibles. En dicho estudio se asume que las mejoras en el tiempo de las concentraciones de los parámetros mencionados en los efluentes se deberían a la implementación de nuevos equipos y sistemas de tratamiento. Se calculó el grado de eficiencia de la implementación del sistema de tratamiento de efluentes, por parámetro medido, obteniendo porcentajes de eficiencia de 59.8% (DBO<sub>5</sub>), 83.84% (SST) y



91.3% (A&G) como resultado de comparar la mejora entre las concentraciones promedio obtenidas en dos años diferentes.

### 3.1.2. Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles-LMP en EIP de CHI en Perú.

Coronado (2016) realizó un estudio similar, donde evaluó los informes de monitoreo correspondientes a los EIP de CHI en la bahía del Callao, para el periodo 2012-2016. En este estudio se describe una mejora en la calidad de los efluentes, la cual se dice sería consecuencia de la implementación de los Planes de Manejo Ambiental (PMA) en los EIP de dicha zona, sin embargo, no se detalla en qué consisten estos PMA. Se obtuvo un porcentaje promedio total de cumplimiento de los LMP de 57.8%, utilizando los promedios anuales. Se utilizó como comparación la “Columna III” de los LMP para todo el periodo evaluado.

Asimismo, Cabral (2019) analizó el grado de cumplimiento de los LMP para efluentes en 4 EIP ubicados en la bahía de Chimbote, para el periodo 2012-2016. Concluyó que a partir del año 2014 empieza a mejorar la calidad de los efluentes, esto debido también a la implementación de mejoras tecnológicas asociadas a los sistemas de tratamiento. De igual manera, se obtuvo un porcentaje promedio total de cumplimiento de los LMP en base a los promedios anuales de cada parámetro, con lo cual dicho valor resultó 80.94%. Se menciona también que durante los años 2012 y 2013 el cumplimiento de los LMP fue parcial. Se utilizó como comparación la “Columna III” de los LMP para todo el periodo evaluado.

Por su parte, Pérez (2019) en su estudio a los EIP de la bahía de Chancay, obtuvo un porcentaje de cumplimiento general de los LMP de 91.60%. Para el parámetro DBO<sub>5</sub> utilizó con el LMP ecuatoriano con valor 400 mg/L (descargas a través de emisario submarino), obteniendo un cumplimiento del 3%. Dichos porcentajes de cumplimiento se obtuvieron en base a los promedios anuales por parámetro.

### 3.1.3. Harina y aceite de pescado: definición y tipos.

La harina de pescado se define como el producto que se obtiene secando y moliendo pescado entero o partes de él, de varias especies, al que se le extrae la grasa cuanto fuere necesario (Coloma,1980). Es considerada la mejor fuente de energía concentrada para la alimentación de animales con un 70% a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es notablemente mayor que muchas otras proteínas animales o vegetales ya que proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa

rica en ácidos grasos omega-3, además de minerales y vitaminas (FAO, 2001). Asimismo, la harina y el aceite de pescado siguen siendo considerandos los ingredientes más nutritivos y digeribles para los piensos destinados a los cultivos acuícolas (FAO, 2018).

La industria de la harina de pescado se ha basado en criterios de calidad tales como proteína bruta, grasa cruda, humedad y ceniza, siendo el contenido de proteína el principal criterio aceptado (Costa y Denegri, 2015). En el Perú se producen harinas residuales, harinas convencionales o estándar y harinas especiales o prime. Las diferencias de estas harinas están dadas por su calidad fisicoquímica, microbiológica, nutricional y biotóxica. Las harinas convencionales o estándar normalmente provienen de pescado fresco o en el inicio de su descomposición al cual se les ha sometido a tratamientos térmicos intensos, especialmente durante el secado y la concentración de solubles (a través de secadores a fuego directo y evaporadores de tubos inundados). Estas harinas cada vez tienen menos demanda que las harinas especiales o prime (Landeo 1996).

La harina especial o prime es un producto de calidad mejorada procedente de materia prima fresca y sometida a un tratamiento térmico menos severo (en tiempo y temperatura) que las harinas estándar, utilizando secadores de calor indirecto y evaporadores que cumplen con los parámetros exigidos por el mercado internacional. (Landeo 1996).

#### 3.1.4. Proceso de producción de Harina de Pescado (anchoveta) en Perú.

El proceso productivo para la obtención de la harina de pescado estándar comprende las siguientes operaciones:

##### 3.1.4.1. Descarga de pescado a la planta y almacenado

El sistema de transporte del pescado desde las embarcaciones a la fábrica se realiza a través un equipo de bombeo al vacío con agua de mar, acoplado a una tubería flexible. Un sistema de bombeo efectivo es aquel que logra descargar el máximo de pescado causándole el menor daño en un tiempo mínimo y usando la una menor cantidad de agua (Nuñez, 2014).

Tradicionalmente, este proceso se realiza mediante bombas centrifugas, las cuales pueden dañar el pescado debido al rozamiento. Se utiliza una relación aproximada de agua/pescado como 1/1. La mezcla agua-pescado es recibida en planta por los desagües: uno estático y uno vibratorio. El pescado desaguado es llevado por un transportador de mallas a las tolvas de pesaje, para luego ser descargado en la poza de almacenamiento (Navarrete, 2011).

El pescado es descargado a pozas de almacenamiento. Las pozas, deben mantenerse aireadas y protegidas del sol u otras fuentes de calor, y deben ser preferiblemente de pequeña capacidad (poca altura). Durante esta fase se produce la sanguaza, que debe ser drenada de las pozas para evitar que se convierta en un caldo de cultivo de las bacterias degradadora del pescado. El pescado se extrae de las pozas por medio de ejes helicoidales que alimentan a los trasportadores elevadores de malla, que abastecen al cocinador (Nuñez, 2014).

#### 3.1.4.2. Cocinado

Este proceso consiste en dar un tratamiento térmico al pescado mediante vapor indirecto a una temperatura de cocción de 95 - 100 °C, a una presión de 2 a 7 bar, y por un tiempo de residencia de 11 a 15 minutos dependiendo de la condición de la materia prima (Landeo y Ruiz,1996).

La masa es conducida a través de un eje central con alabes espaciados que en su interior fluye el vapor necesario para realizar la cocción. La operación de cocción cumple con los siguientes objetivos: coagular la proteína, liberación de los lípidos, detener el desarrollo bacteriano. La acción térmica permite el rompimiento de las células adiposas y facilita la operación de prensado, eliminando la mayor cantidad de agua y grasa (Pérez, 2019).

#### 3.1.4.3. Drenado

Esta operación tiene como objetivo separar la fracción sólida de la acuosa, posteriormente al cocinado. La masa producto de la cocción es conducida a través de filtros rotativos consistentes en planchas perforadas denominados PRE-STRAINER los cuales sirven para separar la fase sólida de la acuosa. La fase sólida se dirige a la prensa y la segunda (caldo o licor de cocina) pasa a las separadoras de sólidos y centrífugas (Pérez, 2019).

#### 3.1.4.4. Prensado

La materia prima cocinada proveniente de la operación de drenado, es llevada hacia la prensa, cuyo objetivo es reducir la cantidad de agua y aceite en el material sólido mediante la aplicación de presión (prensado), y así obtener un producto de baja humedad menor o igual a 50% (Alcayhuamán y Yaya, 1997). El pescado cocinado es fuertemente comprimido por tornillos, escurriendo el licor (mezcla de agua y aceite extraídos) a través de las rejillas, y finalmente libera el material sólido o “torta” por el extremo (Landeo y Ruiz, 1996).

El prensado es la operación final de drenaje, de la cual se obtiene una fracción sólida o torta de prensa con mínima cantidad de agua y grasa y un licor de prensa, con un alto porcentaje de sólidos insolubles, solubles y aceite (Nuñez, 2014).

#### 3.1.4.5. Separación de sólidos, aceite y evaporación de agua de cola

En la etapa de separación, se divide dos fases: una sólida con un 63% aproximadamente de humedad y una fase líquida con una concentración en volumen entre el 15 y 20 % de sólidos. (Costa y Denegri, 2015).

El licor de prensa es llevado a una centrífuga horizontal o decantador, con la finalidad de recuperar los sólidos suspendidos insolubles, obteniendo la torta de separadora que será añadida la torta de prensa para mejorar el rendimiento del proceso de la harina (Lezama y Rozillo, 2001).

La fracción acuosa restante, el licor de separadora, posee altos porcentajes de sólidos disueltos, aceite y agua. Este licor se precalienta a una temperatura de 95 °C y es llevado a las centrifugas de separación líquido-líquido, donde se recupera el aceite crudo de pescado, el cual es almacenado en tanques para su posterior comercialización (Landeo y Ruiz, 1996). Finalmente queda la fracción líquida que contiene sólidos disueltos, conocida como agua de cola.

En esta etapa se recuperan los sólidos solubles que contiene el agua de cola a través de evaporadores, los cuales operan mediante el vapor producido en los calderos. El agua de cola proveniente de las centrifugas es concentrada desde 8 % de sólidos hasta 35 - 40 % de sólidos; el concentrado se adiciona a la mezcla de las tortas de prensa y separadora formando la torta integral, que ingresa a los secadores a vapor (Pérez, 2019).

#### 3.1.4.6. Secado

El secado tiene por objeto eliminar el agua de la torta integral hasta el valor de humedad requerido (Pérez, 2019). El agua de cola concentrada, la torta de prensa y la torta de separadora se envían a los secadores, donde se realiza el tratamiento térmico más severo. Los secadores consisten en una primera etapa de cilindros de gran diámetro en cuyo interior disponen de una serie de tubos longitudinales calentados con vapor, y en una segunda fase compuesta 7 por secadores rotadiscos. Esta operación es determinante para la calidad de la harina y para el consumo de energía de la planta (Landeo y Ruiz, 1996). En esta etapa reduce

la humedad hasta aproximadamente 10-8% (Farro, 1996). El producto de esta etapa se conoce como “Scrap” (harina sin moler).

#### 3.1.4.7. Molienda

El “Scrap” obtenido se somete a una molienda, operación que permite reducir el tamaño de las partículas de harina logrando así un producto final con adecuada granulometría, de acuerdo a las exigencias comerciales (Pérez, 2019). En el interior del molino funcionan martillos giratorios, los cuales pulverizan la harina hasta el nivel deseado, cuya comprobación se realiza a través de pruebas de tamizaje. Luego, es transportada neumáticamente a la zona de ensaque (Farro, 1996).

#### 3.1.4.8. Enfriado, antioxidante y envasado

Luego del proceso de molienda la harina no se encuentra a una temperatura conveniente para ser inmediatamente envasada; la harina debe ser enfriada bruscamente, desde aprox. 70°C hasta 25-30 °C, a fin de lograr una estabilización primaria del producto obtenido (Nuñez, 2014).

La harina de pescado, por ser un producto higroscópico (que absorbe humedad) y que absorbe oxígeno, es altamente propensa a la oxidación. Para evitarlo, el producto es envasado frío y se le agrega antioxidante, conocido como “etoxiquina”, el cual inhibe el poder oxidante de las grasas y alargar la vida útil del producto (Castro,2004).

Posteriormente, una vez añadido el antioxidante, la harina es envasada, en la que se introduce el producto en sacos de polipropileno de 50 Kg. En esta etapa es muy importante la participación del Laboratorio de Control de Calidad, que extrae las muestras necesarias para efectuar los correspondientes análisis fisicoquímicos que permiten caracterizar y clasificar la calidad resultante de la harina (Castro,2004)

### 3.1.5. Efluentes generados por el proceso de producción de harina y aceite de pescado.

#### 3.1.5.1. Tipos de efluentes del proceso

##### **a. Agua de bombeo**

El efluente denominado “agua de bombeo” es el efluente generado por el traslado del pescado desde el muelle flotante o “chata” a las pozas de almacenamiento utilizando agua de mar y bombas hidráulicas o neumáticas acondicionadas para este propósito. Se utilizaba tradicionalmente una relación aproximada de agua/pescado como 2-2.5/1 (Navarrete, 2011),

sin embargo, hoy en día se opta por instalar bombas ecológicas con relaciones 1/1 e inferiores.

Es el efluente de mayor volumen, contiene materia orgánica suspendida y diluida, aceites y grasas, sangre y agua de mar (PRODUCE, 2009). Las características fisicoquímicas del agua de bombeo fueron reportadas por Castro (2004), quien comparó dos autores con resultados diferentes, ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Características físico químicas del agua de bombeo

<b>PARÁMETROS</b>	<b>VALOR 1</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR 2</b>	<b>UNIDAD</b>
Sólidos Totales	32-79	g/L	2.8	%
Grasa	0.16-7.5	g/L	0.10	%
Proteína Total	No reporta	No reporta	1.00	%
Proteínas Solubles	0.3-7.50	g/L	No reporta	No reporta
Ceniza	No reporta	No reporta	1.40	%
DBO <sub>5</sub>	No reporta	No reporta	4600	ppm
DQO	490-12600	ppm	35200	ppm
pH	No reporta	No reporta	6.2	6.2

**FUENTE:** Castro (2004).

### **b. Sanguaza**

Es el efluente generado por la presión del pescado (especialmente de la sangre y vísceras) en las pozas de recepción y bodegas de las embarcaciones (PRODUCE, 2009). Este efluente tiene una considerable carga orgánica. Presenta entre 6.0 a 8.0% de sólidos totales y entre 1.0 - 2.0% de grasa (Pérez, 2019).

Consiste en una mezcla de agua, sólidos solubles, sólidos insolubles y aceite, que se produce por la pérdida de frescura del pescado en la embarcación y en las pozas. Su generación es potenciada por el trabajo inadecuado del equipo de descarga del pescado, la altura de las pozas, el tamaño de la anchoveta, y el tiempo y temperatura de almacenamiento (Landeo y Ruiz, 1996). Su producción se debe evitar en lo posible, y si ocurre, la materia prima debe ser procesada rápidamente para evitar su descomposición y permitir el aprovechamiento de los sólidos y el aceite que contiene.

### **c. Agua de cola**

El agua de cola es la parte líquida del licor de prensa (PRODUCE, 2016). Cuando no es reaprovechada, resulta en un efluente con una carga orgánica muy alta y cuya descarga genera impactos negativos significativos sobre el ecosistema marino. Se calcula que por cada TM de pescado fresco procesado se produce alrededor de media TM de agua de cola, con un

contenido del 7% de sólidos (Nuñez, 2014). La cantidad de sólidos presente en el agua de cola está compuesta de proteínas siendo una fuente rica de minerales y proteínas (Landeo y Ruiz, 1996). El tratamiento que recibe el agua de cola tiene como objetivo principal la recuperación de sólidos y aceites, esto se puede realizar a través de técnicas como la floculación-coagulación, la cual reduce el contenido de histamina (Nuñez, 2014).

La calidad de la materia prima, las condiciones de operación de la planta y el estado de los equipos condicionaran la composición del agua de cola obtenida. El agua de cola es de composición bastante variable, dependiendo tanto de la materia prima de la cual provenga, como de las condiciones de operación de la planta y del estado de los equipos (Tornes y George, 1970).

La recuperación de los sólidos del aceite no se hace únicamente por el propio valor del aceite recuperado, sino que es una operación previa indispensable para poder aprovechar el agua de cola; cuyos sólidos presentes son en su mayor parte proteínas y su recuperación como harina representa un considerable aumento del contenido de proteínas en la harina y, por tanto, un incremento del valor real de toda la harina producida (Tornes y George, 1972).

3.1.5.2. Caracterización de los efluentes provenientes de la producción de harina y aceite de pescado.

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos que caracterizan a los efluentes son importantes para calificar, de acuerdo a sus valores, su grado de contaminación y así establecer el impacto que generan en el cuerpo receptor donde se vierten. Entre los principales parámetros de control de efluentes, tenemos:

**a. Oxígeno disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto es importante en el estudio de contaminación de los sistemas acuáticos, debido a que los organismos vivos dependen del oxígeno para mantener los procesos metabólicos, que producen energía para crecer y reproducirse. (Basterrechea, 1997)

**b. Potencial de hidrógeno (pH)**

Es la medida de la concentración de iones hidronio ( $H^+$ ), que determina el grado de acidez o alcalinidad de una determinada sustancia. Se determina mediante electrometría de electrodo selectivo y se expresa matemáticamente como el logaritmo decimal del número recíproco de la concentración de iones hidrogeno, calculada en moles/L. Sus valores fluctúan

entre 1 y 14, siendo 1 el máximo de acidez y 14 el máximo de alcalinidad. Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de las piezas metálicas en contacto con ellas, y las que poseen valores mayores de 7 se denominan básicas y fomentan la formación de sales (Aznar, 2000).

#### **c. Sólidos suspendidos totales (SST)**

La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas que no se pueden eliminar por medio de deposición. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga cierta turbidez. Sus unidades de medida suelen ser en mg/L o en ppm (Elías, 2012). Es la concentración de partículas que son retenidas en un medio filtrante de microfibras de vidrio, con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente (Sánchez, 2011).

#### **d. Aceites y grasas (A&G)**

Las grasas y aceites están constituidos en su mayoría por triglicéridos, ésteres de una molécula de glicerina con tres ácidos grasos. La unidad de medida es mg/L (Primo, 2007). Los aceites y grasas generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la sedimentación de sólidos, y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador.

#### **e. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Es la cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos aerobios puedan oxidar metabólicamente la materia orgánica presente en el agua. La DBO nos da información de la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en una muestra, sin aportar información sobre la naturaleza de la misma. Hay que tener presente, que un bajo valor de DBO no tiene por qué ser indicativo de un bajo nivel de contaminación orgánica, dado que existen sustancias difícilmente biodegradables (sustancias refractarias) o que incluso inhiben el proceso biológico (Aznar, 2000).

#### **3.1.6. Tratamiento de efluentes del proceso de producción de harina y aceite de pescado.**

Existen distintos procesos de tratamiento que pueden ser aplicados a las aguas residuales industriales para su transformación en aguas con características y condiciones específicas de acuerdo al proceso industrial concreto de la empresa y las características del cuerpo receptor (Pérez, 2019). Los tratamientos de efluentes utilizados están referidos al agua de bombeo, al agua de cola, a la sanguaza y a los efluentes de limpieza.



La primera fase del tratamiento del agua de bombeo empieza con el ingreso a los filtros rotativos con aberturas de malla de diferente diámetro (0.1mm – 1mm), con el fin de recuperar sólidos suspendidos para que reingresen al proceso (Coronado, 2018).

Luego, en la segunda fase de tratamiento, los aceites, grasas y los sólidos menores a 1mm del efluente son capturados en trampas de grasa y celdas DAF con inyección de microburbujas, que producirán el ascenso y flotación de partículas y moléculas de grasas. El material flotante es llamado comúnmente “espuma” y es recolectado a través de un barrido con paletas. La “espuma” posteriormente entra a un intercambiador de calor, luego a una separadora de sólidos, y finalmente en centrífugas para poder recuperar aceite. Los sólidos recuperados reingresan al proceso de procesamiento de harina de pescado para mejorar el rendimiento (PRODUCE, 2009).

Finalmente, la tercera fase consiste en un tratamiento complementario de coagulación-floculación, donde se almacena en un tanque equalizador, donde se homogeniza, y luego se envía a un tanque de flotación (clarificador), en la que con ayuda de químicos se lograra obtener un efluente que cumplirá los Límites Máximos Permisibles y se evacua a través de un emisor submarino (Pérez, 2019).

Cabe mencionar que los lodos resultantes de la coagulación-floculación son derivados a una separadora ambiental, en la cual se obtiene una fracción líquida y una fracción sólida, que es dispuesta por una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos. La fracción líquida separada regresa al tanque equalizador (Coronado, 2018).

El agua de cola es derivada a la planta evaporadora del agua de cola, donde se separa la fracción sólida de la líquida, los sólidos recuperados reingresan al proceso y la fracción líquida se utiliza como agua de limpieza (PRODUCE, 2009).

La sanguaza que drena de las pozas de almacenamiento de materia prima es colectada en un tanque pulmón, de donde comúnmente se deriva a una línea propia de tratamiento que consiste en filtros rotativos para recuperación de sólidos, coagulación a través de un intercambiador de calor, luego una separadora de sólidos y, por último, una centrífuga (PRODUCE, 2009).

Finalmente, los efluentes de limpieza son tratados mediante un pre-tratamiento por filtración, luego se realiza la separación de sólidos (trampa separadora de sólidos), separación de grasa,

una neutralización y posteriormente se realiza la evacuación también por el emisor submarino (Pérez, 2019).

### 3.1.7. Límite Máximo Permisible (LMP)

Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión que al ser excedida o causa o puede causar daño a la salud, al bienestar humano y al medio ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Niveles de concentración máxima de contaminantes en los efluentes, que es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y a la vida acuática (PRODUCE, 2016).

### 3.1.8. Normativa en el sector Pesquero

- **La Ley General de Pesca – Decreto Ley 25977 (22.12.1992) y su reglamento aprobado por el D.S. N°012-2001-PE**

La Ley General de Pesca, en su artículo 6 dice que el Estado, dentro del marco regulador de la actividad pesquera, vela por la protección y preservación del medio ambiente, exigiendo que se adopten las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar los daños o riesgos de contaminación o deterioro en el entorno marítimo terrestre y atmosférico.

En el Artículo 12 de la Ley general de pesca N°25977, se establece los sistemas de ordenamiento donde se considerará, según sea el caso, regímenes de acceso, captura total permisible, magnitud del esfuerzo de pesca, períodos de veda, temporadas de pesca, tallas mínimas de captura, zonas prohibidas o de reserva, artes, aparejos, métodos y sistemas de pesca, así como las necesarias acciones de monitoreo, control y vigilancia. Estas acciones se realizan a partir de la recomendación científica del IMARPE, a fin de salvaguardar la sostenibilidad del stock de dicha especie.

El Reglamento de la Ley General de Pesca, en su Título VII de la Protección del Medio Ambiente, Art.78° de **Obligaciones de los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas** señala que "Los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas son responsables de los efluentes, emisiones, ruidos y disposición de desechos que generen o que se produzcan como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones, de los daños a la salud o seguridad de las personas, de efectos adversos sobre los ecosistemas o sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales en general y de los recursos hidrobiológicos en particular, así como de los efectos o impactos resultantes de sus actividades". Asimismo, el art. 89°.

Actividades pesqueras sujetas a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental, establece que están sujetas a la elaboración y aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) previo al otorgamiento de la concesión, autorización, permiso o licencia, según corresponda, la actividad de acuicultura, entre otras actividades.

### **Límites Máximos Permisibles para la industria de harina y aceite de pescado, Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE y Decreto Supremo N° 010-2018--MINAM**

La autoridad ambiental nacional -el Ministerio del Ambiente- (MINAM) dirige el proceso de elaboración y revisión de los Límites Máximos Permisibles, y en coordinación con los sectores elabora o encarga las propuestas correspondientes para la aprobación de este instrumento mediante Decreto Supremo. (PRODUCE, 2008). El cumplimiento de los LMP es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

En la Tabla 2 se pueden observar los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado, los cuales comprenden a los parámetros de aceites y grasas (A&G), sólidos suspendidos totales (SST), pH y demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), así como el método de análisis a ser utilizado.

El D.S. N° 010-2008-PRODUCE estableció el marco jurídico regulador para los efluentes de la actividad pesquera de consumo humano indirecto, para los parámetros A&G, pH y SST. Esta norma reguló la implementación de los sistemas de tratamiento y disposición final adecuados. Se estableció que para las empresas que funcionaban antes de la norma se debería actualizar el Plan de manejo Ambiental-PMA aprobado en su EIA o PAMA, teniendo en cuenta el cumplimiento de los LMP. Los LMP son de obligatoriedad para los establecimientos industriales pesqueros o plantas de procesamiento nuevos y para aquellos que se reubiquen (PRODUCE, 2008).

Cabe mencionar que el inciso 4 de la Primera Disposición de dicha norma se establece que la actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) contemplará un periodo de adecuación para cumplir con los LMP de la Columna II en un plazo no mayor de cuatro años, el cual será contabilizado desde la aprobación de los PMA. De esta manera, los PMA presentan cronogramas de implementación de carácter vinculante. Además, esta misma norma indica que para el cumplimiento de los LMP - Columna III, existirá un plazo adicional de hasta dos años a partir de la obligatoriedad de cumplir los valores de la columna anterior.

Por otro lado, en la segunda disposición complementaria del D.S. N° 010-2008-PRODUCE, se indicó que, en un plazo de 2 años a partir de su publicación, se establecerían los valores de LMP para el parámetro DBO<sub>5</sub>, para los efluentes que son vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral.

A propósito, la norma señala la existencia de una “zona de protección ambiental litoral” para la cual establece la “Columna I” de los LMP a ser utilizada por el EIP que proponga el vertimiento de efluentes tratados dentro de esta zona. Por definición, la “zona de protección ambiental litoral” se refiere a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a esta y se proyecta hasta el fondo del cuerpo marino receptor. Su ancho se calcula utilizando el valor de la pendiente del fondo marino y la altura media de las olas en rompiente. Sin embargo, la misma norma detalla que la longitud del emisario submarino estará determinada por los factores de diseño del dispositivo que asegure el cumplimiento de los ECA.

Posteriormente, el Ministerio del Ambiente-MINAM, en coordinación con el Ministerio de Producción-PRODUCE, evaluaron técnicamente los LMP aprobados con el D.S. N° 010-2008-PRODUCE. Luego de la evaluación se determinó la necesidad de derogar dicha norma a fin de establecer un único dispositivo legal que regule en su conjunto los LMP para los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto. En ese sentido, en el año 2018 se emitió el D.S. N° 010-2018-MINAM que aprueba los Límites Máximos Permisibles para los establecimientos industriales pesqueros de CHI y CHD, aplicables a todos los titulares de licencias de operación vigentes de los establecimientos industriales pesqueros que dispongan sus efluentes tratados en cuerpos de agua marinos o continentales. Se excluye del cumplimiento de estos LMP a los establecimientos industriales pesqueros que viertan sus efluentes a la red de alcantarillado o los destinen para reúso (MINAM,2018). En esta norma el parámetro DBO<sub>5</sub> no fue considerado, además los valores establecidos son idénticos a los de la “Columna III” de la norma anterior. Es preciso indicar que en el año 2014 el MINAM emitió la R.M. N° 178-2014-MINAM que publicó el proyecto de LMP para efluentes de los EIP de CHI y CHD, sin embargo, la propuesta de esta norma no fue recogida por el D.S. N° 010-2018-MINAM.

**Tabla 2.** Límites Máximos Permisibles para los Efluentes Industriales Pesqueros – D.S. 010-2008-PRODUCE (CHI) y D.S. 010-2018-MINAM (CHI y CHD).

PARÁMETROS	I	II	III	D.S. N° 010-2018-MINAM (CHI y CHD)
	Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos dentro de la zona de protección ambiental litoral (a)	Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (a)	Límites máximos permisibles de los efluentes que serán vertidos fuera de la zona de protección ambiental litoral (b)	
Aceites y grasas (A&G)	20 mg/L	1,5*10 <sup>3</sup> mg/L	0.35*10 <sup>3</sup> mg/L	0.35*10 <sup>3</sup> mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	100 mg/L	2,5*10 <sup>3</sup> mg/L	0.70*10 <sup>3</sup> mg/L	0.70*10 <sup>3</sup> mg/L
pH	06 – 09	05 - 09	05 - 09	05 - 09
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	< 60 mg/l	(c)	(c)	No presenta

**FUENTE:** Ministerio de la Producción-PRODUCE (2008) y MINAM (2018).

(a) La Zona de Protección Ambiental Litoral establecida en la presente norma es para uso pesquero.

(b) De obligatorio cumplimiento a partir de los dos (2) años posteriores a la fecha en que sean exigibles los LMP señalados en la columna anterior.

(c) Ver Segunda Disposición Complementaria y Transitoria.

(d) El Protocolo de Monitoreo será actualizado.

### **Límites Máximos Permisibles para el parámetro DBO<sub>5</sub> en normas internacionales.**

El parámetro DBO<sub>5</sub>, si bien no cuenta con un LMP establecido en las normas peruanas, otros países de la región sí presentan límites para este. Como referencia, podemos observar que Ecuador posee un LMP para dicho parámetro aplicado a las descargas de efluentes mediante emisores submarinos en cuerpos marinos, aprobado por el Decreto Ejecutivo N° 1589 en el año 2006. Dicho decreto establece un valor límite de 200 mg/L para los efluentes que son vertidos dentro de la zona de rompientes (similar a nuestra zona de protección ambiental litoral) y un valor de 400 mg/L para descargas a través de emisores submarinos, fuera de la zona mencionada. Asimismo, tenemos que en Chile posee también un LMP para el DBO<sub>5</sub> pero sólo es aplicable a las descargas líquidas dentro de la zona de protección litoral, cuyo valor es 60 mg/L (Decreto 90 del año 2001). Finalmente, en Venezuela a través del Decreto

N°883 de 1995 se establecieron LMP para las descargas líquidas en medios marino-costeros, donde el valor límite de DBO<sub>5</sub> es de 60 mg/L.

**Guía para la actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para que los titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los LMP aprobados por D.S. N°010-2008-PRODUCE – R.M. N°181-2009-PRODUCE**

A través de esta norma, los establecimientos industriales pesqueros CHI elaboran o actualizan sus Planes de Manejo Ambiental-PMA, referido a los sistemas de tratamiento para cumplir con lo establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE. Esta guía permitió la agilización en la elaboración de los PMA, estableciendo los lineamientos para su elaboración y aplicación. Asimismo, se unificaron criterios para la evaluación y desempeño ambiental de los EIP, así como para la optimización de recursos y elección de tecnologías de manejo ambiental.

**Protocolo para Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto y su actualización (R. M. N° 061-2016 y la R.M. N°271-2020-PRODUCE)**

Mediante la Resolución Ministerial N° 061-2016-PRODUCE, del 9 de febrero del 2016, se aprobó el Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. El protocolo estandariza la metodología para la realización de monitoreo de efluentes, determinando aspectos como la frecuencia y presentación de monitoreos, los parámetros a ser monitoreados, etc.

Según el Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto, los titulares de los establecimientos industriales que cuenten con licencia de operación vigente (CHI o CHD), deben presentar a las autoridades competentes los resultados de los análisis realizados en sus establecimientos. Es de carácter obligatorio y debe ser aplicado por todos los administrados del Subsector Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción. La actualización de este protocolo se dio con la Resolución Ministerial N° 271-2020-PRODUCE, donde se mantiene la frecuencia y parámetros de monitoreo del protocolo anterior, entre otros aspectos.

**Decreto supremo que aprueba el Reglamento de Gestión Ambiental de los subsectores Pesca y Acuicultura (Decreto Supremo N°012-2019-PRODUCE).**

El Reglamento de Gestión Ambiental de los Subsectores Pesca y Acuicultura, tiene como objeto establecer disposiciones con relación a los instrumentos de gestión ambiental vinculados a los proyectos de inversión de los subsectores pesca y acuicultura, los procedimientos administrativos respecto a los mismos; así como respecto a la gestión ambiental de los referidos subsectores.

**Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446 – Año 2001)**

La Ley tiene por finalidad: **a)** La creación del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión; **b)** El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión; **c)** El establecimiento de mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental (art. 1°).

Art. 3°. Obligatoriedad de la certificación ambiental. A partir de la entrada en vigencia del Reglamento de la presente Ley, no podrá iniciarse la ejecución de proyectos incluidos en el artículo anterior y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitirles, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

**Modifican la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto Ley N° 1078 – Año 2017)**

La norma en su art. 3° establece la obligatoriedad de la certificación ambiental, no podrá iniciarse la ejecución de proyectos ni actividades de servicios y comercio referidos en el art. 2° y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitirles, concederlas o habilitarlas sino cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

## **Estándares de Calidad Ambiental**

Los estándares de calidad ambiental (ECA) son instrumentos de gestión ambiental establecidos para poder medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. En el caso de los ECA para agua, tenemos que la primera norma fue el D.S. 002-2008-MINAM, posteriormente se actualizó con los D.S. 015-2015-MINAM y 004-2017-MINAM. Además de los valores ECA, la norma establece categorías para los distintos tipos de cuerpos acuáticos receptores. En el caso de las bahías se puede aplicar la categoría 1: poblacional y recreacional, subcategoría B, aguas superficiales para recreación; así como también la categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales; y también la categoría 4: conservación del ambiente acuático.

### **3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN Y METODOLOGÍA**

#### **a. Lugar de ejecución**

El presente trabajo se realizó en el marco del desarrollo de las actividades ejecutadas en la Coordinación de Supervisión Ambiental de Pesca de la Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente del Perú. Las actividades realizadas están relacionadas con la revisión y análisis de los informes de monitoreo ambiental y sobre la sistematización de los compromisos ambientales contenidos en los Instrumentos de gestión ambiental. Los monitoreos presentados a OEFA son realizados por laboratorios acreditados a pedido de los EIP, en cumplimiento a la normativa ambiental vigente y de acuerdo a los instrumentos de gestión ambiental aprobados.

El área de estudio fue la Bahía de Chancay, en el distrito de Chancay, provincia de Huaura, departamento de Lima. Actualmente existen 5 EIP que operan dentro de esta bahía, 4 de ellos producen harina y aceite de pescado (CHI), mientras que 1 desarrolla la actividad de enlatados de productos hidrobiológicos (CHD). Se consideraron como parte del análisis sólo a los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano indirecto (CHI) ubicados actualmente en dentro de la Bahía de Chancay. Se omitió al EIP de CHD pues la norma de LMP no aplica para este EIP. Además, cabe mencionar que anteriormente operaron en la zona 2 EIP de CHI más, sin embargo 1 dejó de operar antes del periodo de estudio y el otro sólo operó hasta el año 2013, por lo cual tampoco se incluyeron en el análisis. Se tomó como

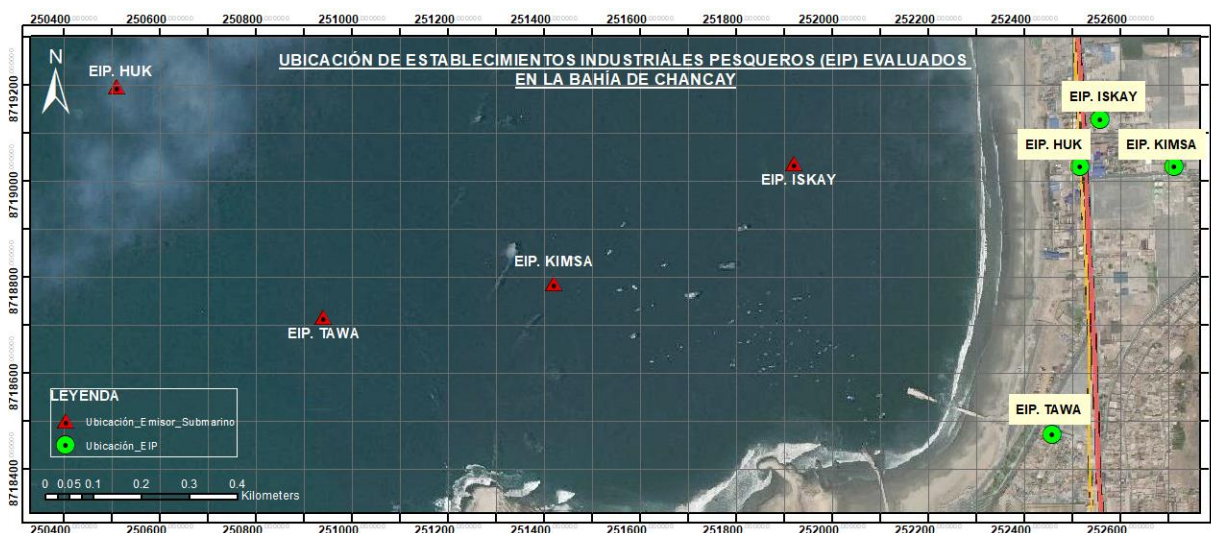


periodo de tiempo los años comprendidos del 2012 hasta fin del 2018, debido a que el 2012 es el periodo mínimo con el cual se cuenta con información disponible en OEFA, pues, en dicho año se transfirieron las competencias por parte del Ministerio de la Producción. Dicho año coincide con el proceso de implementación de los PMA, donde los sistemas de tratamiento no estaban implementados aún. El año 2018 es el último año en el cual el D.S. N° 010-2008-PRODUCE estuvo vigente, para luego ser actualizado por el D.S. N° 010-2018-MINAM.

Se asignó un nombre a cada EIP a fin de mantener la confidencialidad de la información. La ubicación y capacidad de planta de los EIP estudiados se detallan en la Tabla 3. Asimismo, en la Figura 1 se muestra la ubicación de los EIP en la bahía de Chancay, así como los puntos que representan el final de sus emisores submarinos.

**Tabla 3.** Establecimientos industriales pesqueros evaluados

EMPRESA	COORDENADAS (UTM)		CAPACIDAD	EMISOR SUBMARINO (UTM)	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
HUK	252518	8719030	100.0 t/h	250509.53	8719195.9
ISKAY	252559	8719127	50.0 t/h	251920.1	8719035
KIMSA	252714	8719029	168.0 t/h	251420	8718786
TAWA	252459	8718471	60.0 t/h	250941	8718716



**Figura 1.** Ubicación de los Establecimientos industriales pesqueros evaluados en la Bahía de Chancay

## b. Metodología

En primer lugar, se realizó una descripción de los sistemas de tratamiento de efluentes de cada Establecimiento Industrial Pesquero (EIP), según lo establecido en los Planes de Manejo Ambiental-PMA correspondientes. Dichos Instrumentos de Gestión Ambiental-IGA fueron aprobados con el objetivo de realizar mejoras tecnológicas que permitan alcanzar los Límites Máximos Permisibles aprobados con el Decreto Supremo N°010-2008-PRODUCE. Se incluye información sobre los cronogramas de implementación para los sistemas de tratamiento y las características de diseño de los sistemas de tratamiento. A partir de las fechas establecidas en los cronogramas mencionados, se estableció en qué años los EIP evaluados debieron cumplir con la “Columna II” y “Columna III” de los LMP del referido DS, lo cual se detalla en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Periodo del cumplimiento del D.S. 010-2008-PRODUCE para los EIP evaluados.

EIP	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL-PMA	FIN DEL CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	AÑO PARA CUMPLIR COLUMNA II	AÑO PARA CUMPLIR COLUMNA III
HUK	Resolución Directoral N°059-2010-PRODUCE/DIGAAP	2013	2014	2016
ISKAY	Resolución Directoral N°062-2010-PRODUCE/DIGAAP	2013	2014	2016
KIMSA	Resolución Directoral N°046-2010-PRODUCE/DIGAAP	2011	2012	2014
TAWA	Resolución Directoral N°056-2010-PRODUCE/DIGAAP	2013	2014	2016

Seguidamente, se analizó la implementación de los sistemas de tratamiento comparando la capacidad de diseño con los niveles de materia prima recibidos por cada EIP evaluado en el periodo 2012-2018. La información sobre la capacidad de diseño está contenida en los Planes de Manejo Ambiental de cada EIP, mientras que la cantidad de materia prima recibida por planta fue proporcionada por el Ministerio de la Producción a través de una solicitud de acceso a la información pública. La especie utilizada para la elaboración de harina y aceite de pescado fue anchoveta (*Engraulis ringens*) en su totalidad según lo reportado a PRODUCE. En la Tabla 5 se presenta la cantidad de materia prima (Toneladas Métricas Declaradas) recibida por cada EIP en el periodo evaluado.

**Tabla 5.** Recepción de materia prima (TM) por año en los EIP evaluados.

AÑO	EIP			
	HUK	ISKAY	KIMSA	TAWA
2012	93112.000	30078.000	126362.525	21600.000
2013	134876.000	60125.000	175719.000	37965.000
2014	84432.000	31276.000	102597.000	26035.000
2015	93124.000	34534.000	175782.000	39380.000
2016	64599.000	20165.000	80108.310	18993.000
2017	51425.000	36245.000	88165.000	26855.000
2018	163939.999	87403.000	205535.000	57221.000
<b>TOTAL (T.M.)</b>	<b>685507.999</b>	<b>299826.000</b>	<b>954268.835</b>	<b>228049.000</b>

Con la cantidad de materia prima recibida se procedió a calcular los volúmenes de vertimiento de efluentes utilizando la información disponible en los PMA respecto a la cantidad de efluente generado por tonelada de pescado recibida en cada EIP durante el periodo 2012-2018. Los volúmenes calculados fueron comparados con los volúmenes de descarga autorizados por la ANA para cada planta, disponibles en las resoluciones emitidas por dicha entidad.

Para evaluar el cumplimiento de los LMP se utilizó la información contenida en los informes de monitoreo de efluentes presentados por los EIP evaluados de acuerdo a lo indicado en el protocolo de monitoreo para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de CHI del PRODUCE. Los monitoreos fueron realizados a pedido de los EIP por 3 laboratorios distintos, todos acreditados: INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C., COLECBI S.A.C. y SGS DEL PERU S.A.C. Se consideraron todos los monitoreos realizados en las épocas de producción (temporadas de pesca) presentados por dichos EIP, los cuales deben ser mensuales durante cada temporada de pesca. La Tabla 6 resume las temporadas de pesca en el periodo 2012-2018.

**Tabla 6.** Temporadas de pesca en la zona norte-centro para el periodo 2012-2018

AÑOS	TEMPORADA	PERIODOS	
		INICIO	FIN
2012	1ra	2/05/2012	31/07/2012
	2da	22/11/2012	31/01/2013
2013	1ra	17/05/2013	31/07/2013
	2da	12/11/2013	31/01/2014
2014	1ra	23/04/2014	31/07/2014
	2da	VEDA	
2015	1ra	9/04/2015	31/07/2015
	2da	17/11/2015	31/01/2016
2016	1ra	27/06/2016	27/07/2016
	2da	14/11/2016	26/01/2017
2017	1ra	23/04/2017	29/07/2017
	2da	27/11/2017	26/01/2018
2018	1ra	23/04/2018	10/08/2018
	2da	13/11/2018	4/04/2019

FUENTE: Diario El Peruano

Se utilizaron 122 informes de monitoreo en total, de los cuales la empresa HUK presentó 36, la empresa ISKAY 30, la empresa KIMSA 28 y la empresa TAWA 28 informes de monitoreo cada una. Como ya se indicó, según el protocolo de monitoreo vigente en el periodo evaluado, los monitoreos deben ser mensuales durante el tiempo que cada EIP este en producción. En ese sentido, se revisó cuántos informes de monitoreo debieron presentar según la materia prima recibida (meses de producción). El resultado se comparó con la cantidad de informes presentados a OEFA en el periodo evaluado, a fin de identificar si los EIP presentaron todos los informes correspondientes.

Se ingresó y ordenó la información presente en los informes de monitoreo presentados por los EIP en una base de datos utilizando Excel 2010. Se analizaron los parámetros químicos de calidad de efluentes contemplados en la normativa sectorial:

- Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)
- Aceites y Grasas (A&G),
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- Potencial de Hidrógeno (pH)

A partir de los resultados de los monitoreos mensuales se elaboraron gráficas continuas para el periodo del 2012 al 2018 por cada parámetro a estudiar. Se calcularon, para cada

parámetro, los promedios anuales, así como la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad correspondiente. Para el caso de los parámetros A&G, SST y pH, se compararon con los Límites Máximos Permisibles (LMP), para efluentes provenientes de la industria pesquera, aprobados mediante D.S. N°010-2008-PRODUCE.

No se utilizaron los LMP actualizados con D.S. N°010-2018-MINAM debido a que su publicación corresponde al final del periodo de estudio, toda vez que los valores de LMP de esta norma coinciden con los valores de la “Columna III” de la norma aprobada con D.S. N°010-2008-PRODUCE.

Asimismo, para la comparación con los LMP es necesario mencionar que todos EIP estudiados asumen el compromiso de verter sus efluentes tratados fuera de la “Zona de Protección Ambiental Litoral” a través de emisores submarinos. Según la información disponible en los IGA de cada EIP, ninguna de las empresas presentó el cálculo de la “zona de protección ambiental litoral”, sin embargo, refieren haber realizado estudios de dispersión de contaminantes para establecer la longitud de sus emisores. Por tal motivo la comparación con los LMP se realizó utilizando primero la “Columna II” y luego la “Columna III”. Se utilizaron las fechas indicadas la Tabla 4 para determinar por cada EIP en qué año utilizar las Columnas II y III de la norma.

Para el caso del DBO<sub>5</sub>, al no contar con un dispositivo legal que establezca un LMP, se utilizará la norma ecuatoriana de «descarga de efluentes mediante emisores submarinos», que aparece en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente de Ecuador: Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso agua, aprobado con el Acuerdo N° 97/A, en el año 2015, el cual establece un valor límite de 400 mg/L para los efluentes que son vertidos a través de emisores submarinos, fuera de la zona de rompientes. Esta norma es de aplicación para los efluentes industriales y domésticos, señala además que los efluentes deberán ser tratados antes de su disposición final, así como prohibir la descarga de efluentes no tratados en el medio marino. Se eligió esta norma pues específicamente se refiere a vertimientos fuera de la zona de rompiente de olas, lo cual se asemeja a lo establecido en el D.S. N°010-2008-PRODUCE para las descargas fuera de la zona de protección ambiental litoral. Por otro lado, Chile cuenta también con un LMP, pero sólo considera el parámetro DBO<sub>5</sub> para efluentes vertidos dentro de la zona de protección litoral, por lo cual no se consideró en el presente trabajo.

Posteriormente, se calcularon los porcentajes de cumplimiento de los LMP para los EIP en el periodo 2012-2018 para todos los informes de monitoreo utilizados en la evaluación; y el grado de mejora que significó la implementación de los PMA para los parámetros Aceites y Grasas-A&G, y Sólidos Suspendidos Totales-SST, en cada EIP, comparando los resultados de los monitoreos posteriores a la implementación de los sistemas de tratamiento de efluentes con los resultados anteriores a esta mejora tecnológica según la siguiente ecuación:

$$\text{Mejora} = (1 - (Vf/Vi)) * 100\%$$

Vf: Valor promedio de las concentraciones después de la implementación de los sist. De tratamiento.

Vi: Valor promedio de las concentraciones antes de la implementación de los sist. De tratamiento.

Se consideró sólo los 2 parámetros mencionados debido a ser de principal interés para su recuperación. Luego, en base a los promedios obtenidos se procedió a calcular la carga contaminante anual y total (C.C.T.) para los parámetros mencionados, como producto de cada promedio por el volumen anual vertido de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{C.C.T.} = \sum_{i=2012}^{2018} (\text{PROM}_i) * \text{VOL}_i * 10^{-6}$$

C.C.T.: Carga Contaminante Total en toneladas, correspondiente a todo el periodo evaluado.

PROM<sub>2012</sub>: Valor promedio de las concentraciones en el año 2012, en mg/L.

PROM<sub>i</sub>: Valor promedio de las concentraciones de los años posteriores, en mg/L.

VOL<sub>i</sub>: Volumen vertido al cuerpo marino receptor en m<sup>3</sup>.

Además, se calculó la cantidad total de contaminantes que no se vertieron al mar producto de la mejora tecnológica realizada por cada EIP, la cual se denominó “Carga Contaminante Recuperada - CCR” y expresa la cantidad de material recuperado e incorporado al proceso productivo. Este cálculo se realizó mediante la diferencia entre el promedio del año inicial de la evaluación y los demás años, considerando el volumen vertido cada año según la siguiente ecuación:

$$C.C.R. = \sum_{i=2013}^{2018} (PROM_{2012} - PROM_i) * VOL_i * 10^{-6}$$

C.C.R.: Carga Contaminante Recuperada en toneladas.

PROM<sub>2012</sub>: Valor promedio de las concentraciones en el año 2012, en mg/L.

PROM<sub>i</sub>: Valor promedio de las concentraciones de los años posteriores, en mg/L.

VOL<sub>i</sub>: Volumen vertido al cuerpo marino receptor en m<sup>3</sup>.

Finalmente, se compararon los resultados obtenidos en los monitoreos del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA a cada EIP con los resultados que aparecen en los monitoreos presentados por estos mismos EIP en el mismo periodo. A propósito, se obtuvo información sobre las acciones de supervisión ambiental realizadas por el OEFA a los EIP evaluados durante el periodo 2012-2018 a través del portal web de la institución. Es preciso indicar que estas supervisiones son de carácter inopinado. Según la información obtenida, se realizaron 36 supervisiones, donde se realizaron sólo 4 monitoreos de efluentes en época de producción, todos realizados en diciembre del 2018. No se cuenta con monitoreos realizados en años anteriores. Los ensayos fueron realizados por el laboratorio acreditado INSPECTORATE SERVICIOS PERU S.A.C. a pedido de OEFA y se evaluaron los parámetros de la calidad de efluentes pH, A&G, SST y DBO<sub>5</sub>. Estos resultados se compararon con los resultados obtenidos en el mismo mes en los informes de monitoreo entregados por los EIP. En la Tabla 7 se muestra un resumen de las acciones de supervisión ambiental a los EIP evaluados. Es preciso indicar el OEFA no realizó evaluaciones ambientales a la bahía de Chancay durante el periodo evaluado.

**Tabla 7.** Número de supervisiones ambientales realizadas a los EIP evaluados.

AÑO	EIP			
	HUK	ISKAY	KIMSA	TAWA
2012	X	X	X	1
2013	3	2	2	2
2014	1	1	2	1
2015	1	1	1	1
2016	1	1	1	1
2017	1	1	1	1
2018	2	2	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

### **3.3. RESULTADOS**

3.3.1. Descripción y análisis de los sistemas de tratamiento de efluentes implementados según los PMA de cada EIP.

#### **EIP-CHI: “HUK”**

Para el caso del EIP de la empresa “HUK”, se aprobó un Plan de Manejo Ambiental-PMA con Resolución Directoral N°059-2010-PRODUCE/DIGAAP, en el cual se establecen los sistemas de tratamiento y equipos a implementar. Según el PMA, para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento se utilizó como referencia la capacidad máxima de procesamiento de la planta, que es 100t/h; la relación pescado-agua utilizada por el sistema de bombeo, la cual es 0.8:1 (0.8 m<sup>3</sup> de agua de mar por cada tonelada métrica de pescado); y la jornada laboral que ellos toman como 24 horas/día, 15 días/mes y 5 meses año. Además, el PMA indica que la producción de efluentes industriales tratados diarios es de 2205m<sup>3</sup>. Con estos datos se tiene que el sistema de tratamiento de efluentes se diseñó para tratar como máximo lo generado por 180000 TM anuales de pescado y genera 0.92m<sup>3</sup> de efluentes industriales tratados por tonelada de pescado recibida y procesada.

Según el PMA, los sistemas de tratamiento implementados son:

#### **A. Traslase de la materia prima:**

- Cuenta con dos bombas NETZSCH (agua/pescado 0,8:1).

#### **B. Tratamiento del Agua de Bombeo:**

- Primera Fase (Recuperación de Sólidos mayores a 1,0 mm): para el tratamiento primario disponen de dos (2) Desaguadores rotativos de 200 t/h. El fluido se drena mediante una planta de agujeros oblongos de los desaguadores rotatorios y es almacenado en una poza de concreto de 8 m<sup>3</sup> de capacidad para luego ser bombeado hacia 2 Tromel de 1 mm de abertura de malla tipo Johnson. El agua es derivada a la celda de flotación de capacidad de 222 m<sup>3</sup>.
- Segunda Fase (Recuperación de Aceites y Sólidos Suspendedos): Consiste en la recuperación de grasa del agua de bombeo, mediante agitadores se inyecta micro burbujas de aire de 150 micras aprox., la grasa se adhiere a las micro burbujas y se va agrupando tomando forma de espuma. Esto ocurre en el tanque de flotación, del cual, una vez recuperadas las grasas se envía el efluente resultante a un tanque ecualizador.



- Tercera Fase (Tratamiento Químico): tratamiento complementario con adición de coagulantes y floculantes. Luego del tanque ecualizador, el efluente es enviado a un tanque de flotación KROFTA (clarificador), en el cual se añaden los químicos para que finalmente se evacúen a través de un emisor submarino fuera de la zona de protección litoral.

**C. Tratamiento de efluentes de limpieza:**

- Se reporta un volumen promedio de 285 m<sup>3</sup>/día.
- Cribado: 1 tamiz revestido con malla 1.0 mm
- Tanque ecualizador
- Trampa de grasa
- Tanque de sedimentación
- Tanque de neutralización
- Adición de químicos (floculantes y coagulantes)
- Tanque clarificador
- Los lodos serán enviados al clarificador

**D. Tratamiento de espumas:**

- Tratamiento de las espumas recuperadas en el sistema de flotación inducida se consideran los equipos: tanque de almacenamiento de espumas, coagulador térmico, separadores, “tricanter” y centrífugas.

**E. Tratamiento de la sanguaza:**

- La sanguaza se recolecta en el tanque coagulador, al cual mediante calor logra coagular y separar la sangre, sólidos, aceite y agua. Luego, el efluente ingresa al tricanter que separa tres fases: aceite (planta de aceite), sólidos (proceso de harina) y agua de cola (evaporación).

**F. Tratamiento del Agua de Cola:**

- El agua de cola es tratada en una (1) planta evaporadora de agua de cola de Película Descendente marca ATLAS WHE-3148 de 60 000 l/h de capacidad.

**G. Recuperación de lodos:**

- Los lodos producidos en la clarificación son enviados a una Separadora ambiental o Deshidratador, a fin de bajar la humedad del lodo y adicionarlo al proceso normal de

producción de harina. El agua de la separadora ambiental retornara al tanque equalizador manteniendo un circuito cerrado en la tercera fase.

**H. Sistema de tratamiento de agua servidas:**

- Las aguas servidas son enviadas al alcantarillado de la red municipal, con un caudal promedio de 450m<sup>3</sup>/año (6m<sup>3</sup>/día).

**I. Disposición de efluentes tratados:**

- Los efluentes previamente tratados son vertidos a través del emisario submarino al cuerpo marino receptor. La tubería tiene una longitud de 2000 m., con 20 pulgadas de diámetro una profundidad de 20m. y está hecha de polietileno de alta densidad (HDPE), al final de la tubería se cuenta con 17 difusores distribuidos uniformemente en una longitud de 120m. No se determinó el ancho de la “zona de protección ambiental litoral” para el dimensionamiento del emisor. Se realizó un estudio de dispersión de contaminantes.

Se presenta el cronograma de implementación de sistemas de tratamiento de efluentes aprobado para el EIP de la empresa “HUK” según su PMA en la Tabla 8. Se observa que el EIP de la empresa “HUK” debería cumplir con los LMP “Columna II” al finalizar el año 2013. La implementación de los equipos señalados en el PMA representa obligaciones ambientales fiscalizables por el OEFA.

**Tabla 8.** Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “HUK”

MEDIDAS DE MITIGACIÓN A IMPLEMENTAR	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN PARA CUMPLIR LOS LMP-EFLUENTES COLUMNA II			
	2010	2011	2012	2013
<b>EQUIPOS Y SISTEMAS</b>				
Tamices rotativos (malla 0.5)	X			
Trampa de grasa		X		
Sistema de flotación con inyección de burbujas	X			
Tratamiento bioquímico, biológico u otros			X	
Equipos de tratamiento de lodos				X
Sistema de tratamiento de efluentes de limpieza de equipos (Cribado, trampa de grasa, sedimentación y neutralización)		X		
Efluentes de laboratorio		X		

FUENTE: R.D. N°059-2010-PRODUCE/DIGAAP

Según la información presentada tenemos que los sistemas de tratamiento del EIP-CHI “HUK” están diseñados para trabajar a una capacidad de procesamiento máxima anual de 180000 TM de pescado, generando 0.92m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada de pescado. En ese sentido, el volumen de vertimientos calculado por año para dicho EIP, respecto a las descargas de materia prima recibidas, se presentan en la Tabla 9. El EIP-CHI “HUK” cuenta con la Resolución Directoral N°103-2011-ANA/DGCRH la cual autorizó el vertimiento anual de 125886.06 m<sup>3</sup> de efluentes industriales tratados al cuerpo marino receptor a través del emisor submarino del EIP.

**Tabla 9.** Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “HUK”

<b>EIP-CHI HUK</b>						
<b>AÑO</b>	<b>T.M. DE PESCADO RECIBIDAS</b>	<b>CAPACIDAD DE DISEÑO (T.M.)</b>	<b>CAPACIDAD UTILIZADA (%)</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN AUTORIZADO POR LA ANA (m<sup>3</sup>)</b>	<b>USO DE LA AUTORIZACIÓN (%)</b>
2012	93112.000		51.729	85663.040		68.048
2013	134876.000		74.9319	124085.920		98.570
2014	84432.000		46.907	77677.440		61.705
2015	93124.000	180000	51.736	85674.080	125886.06	68.057
2016	64599.000		35.888	59431.080		47.210
2017	51425.000		28.569	47311.000		37.582
2018	163939.999		91.078	150824.799		119.811
<b>TOTAL (T.M.)</b>	<b>685507.999</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>630667.359</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Se puede observar que la cantidad de materia prima recibida tiende a disminuir desde el año 2013 hasta el 2017, para luego incrementar en el 2018. Dicho año los sistemas de tratamiento de efluentes trabajaron al 91.078% de la capacidad diseñada y se superó el volumen de vertimiento autorizado por la ANA en 19.811%. Del 2012 al 2017 no se supera el volumen autorizado para el vertimiento de efluentes, tampoco la capacidad de diseño.

#### **EIP-CHI: “ISKAY”**

Para el caso del EIP de la empresa “ISKAY”, se aprobó un Plan de Manejo Ambiental-PMA con Resolución Directoral N°062-2010-PRODUCE/DIGAAP, en el cual se establecen los sistemas de tratamiento y equipos a implementar. Según el PMA, para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento se utilizó como referencia la capacidad máxima de procesamiento de la planta, que es 60t/h; la relación pescado-agua utilizada por el sistema de bombeo, la cual es 2:1 (2 m<sup>3</sup> de agua de mar por cada tonelada métrica de pescado); y la

jornada laboral que ellos toman como 14.75 horas/día, 19 días/mes y 2 meses año. Además, el PMA indica que la producción de efluentes industriales tratados diarios es de 1440m<sup>3</sup>. Con estos datos se tiene que el sistema de tratamiento de efluentes se diseñó para tratar como máximo lo generado por 33630 TM anuales de pescado y genera 1.63m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada de pescado recibida y procesada. Sin embargo, una vez que se instalaran las bombas ecológicas (2011) la relación sería de 1:1 por lo cual el volumen de efluentes por tonelada de pescado recibida y procesada es 1.02m<sup>3</sup>.

Según el PMA, los sistemas de tratamiento implementados son:

**A. Traslase de la materia prima:**

- Cuenta con dos bombas Hidrostral (agua/pescado 2:1). Sin embargo, se comprometen a instalar bombas ecológicas con una relación 1:1.

**B. Tratamiento del Agua de Bombeo:**

- Primera Fase (Recuperación de Sólidos mayores a 1,0 mm): para el tratamiento primario disponen de un (1) filtros rotativos de 500 m<sup>3</sup>/h, marca S VEDALA.
- Segunda Fase (Recuperación de Aceites y Sólidos Suspendidos): Consiste en la recuperación de grasa del agua de bombeo, en una celda de flotación (DEMVER-FIMA de 48 m<sup>3</sup>) e inyección de micro burbujas de aire mediante tres (03) tubos de dilución, marca MICROAIR II.
- Tercera Fase (Tratamiento Químico): El efluente es enviado a un tanque de flotación KROFTA (clarificador), en el cual se añaden los coagulantes y floculantes para que finalmente se evacuen a través de un emisor submarino fuera de la zona de protección litoral.

**C. Tratamiento de efluentes de limpieza:**

- Se reporta un volumen promedio de 20 m<sup>3</sup>/día.
- Pretratamiento por filtración
- Separación de sólidos (trampa separadora de sólidos)
- Separación de grasa (trampa separadora de grasa)
- Neutralización
- Evacuación del efluente por el emisario submarino

#### **D. Tratamiento de espumas:**

- El tratamiento de espumas se efectúa mediante un tanque de almacenamiento, un coagulador (FIMA) de 5,4 m<sup>3</sup> de capacidad, una separadora de sólidos (ALFA LAVAL) y una centrífuga (ALFA LAVAL) de 10 000 l/h de capacidad cada una.

#### **E. Tratamiento de la sanguaza:**

- La sanguaza drenada de las pozas es bombeada hacia el desaguador vibratorio de malla Jonson de 0,5 mm. La sanguaza filtrada es calentada en el coagulador (5,40 m<sup>3</sup> de capacidad), de donde es bombeada a la separadora de sólidos (10 000 l/h) y luego a un pulidor de 6 000 l/h (ALFA LAVAL).

#### **F. Tratamiento del Agua de Cola:**

- El agua de cola es tratada en una (1) planta evaporadora de agua de cola al vacío de flujo inundado de cuatro efectos (ENERCOM) y 28 t/h de capacidad.

#### **G. Recuperación de lodos:**

- Los lodos producidos en la clarificación son enviados a una Separadora ambiental o Deshidratador, a fin de bajar la humedad del lodo y adicionarlo al proceso normal de producción de harina. El agua de la separadora ambiental retornara al tanque equalizador manteniendo un circuito cerrado en la tercera fase.

#### **H. Sistema de tratamiento de agua servidas:**

- Las aguas servidas son enviadas al alcantarillado de la red municipal con un caudal de 34.38 m<sup>3</sup>/año (0.9 m<sup>3</sup>/día).

#### **I. Disposición de efluentes tratados:**

- Los efluentes previamente tratados son vertidos a través del emisario submarino al cuerpo marino receptor. La tubería tiene una longitud de 629.58 m., con 521m. medidos desde la orilla de la playa hasta el final del emisor; 18 pulgadas de diámetro; una profundidad de 13m. y está hecha de polietileno de alta densidad (HDPE). La parte final de la tubería cuenta con 84 difusores distribuidos uniformemente en los 13m. finales del emisor. No se determinó el ancho de la “zona de protección ambiental litoral” para el dimensionamiento del emisor. Se realizó un estudio de dispersión de contaminantes.

Se presenta el cronograma de implementación de sistemas de tratamiento de efluentes aprobado para el EIP de la empresa “ISKAY” según su PMA en la Tabla 10. Se observa que el EIP de la empresa “ISKAY” debería cumplir con los LMP “Columna II” al finalizar el año 2013. La implementación de los equipos señalados en el PMA representa obligaciones ambientales fiscalizables por el OEFA.

**Tabla 10.** Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “ISKAY”

MEDIDAS DE MITIGACION A IMPLEMENTAR	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION PARA CUMPLIR LOS LMP-EFLUENTES COLUMNA II				
	EQUIPOS Y SISTEMAS	2010	2011	2012	2013
Bombas ecológicas			X		
Tamices rotativos (malla 0.5)		X			
Sistema de flotación con inyección de burbujas		X			
Tratamiento bioquímico, biológico u otros				X	X
Sistema de tratamiento biológico para aguas servidas			X		
Sistema de tratamiento de efluentes de limpieza de equipos (Cribado, trampa de grasa, sedimentación y neutralización)			X		
Efluentes de laboratorio		X			

FUENTE: R.D. N°062-2010-PRODUCE/DIGAAP

Según la información presentada tenemos que los sistemas de tratamiento del EIP-CHI “ISKAY” están diseñados para trabajar a una capacidad de procesamiento máxima anual de 33630TM de pescado, generando 1.02 m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada de pescado. En ese sentido, el volumen de vertimientos calculado por año para dicho EIP, respecto a las descargas de materia prima recibidas, se presentan en la Tabla 11. El EIP-CHI “ISKAY” cuenta con la Resolución Directoral N°44-2011-ANA/DGCRH la cual autorizó el vertimiento anual de 102537 m<sup>3</sup> de efluentes industriales tratados al cuerpo marino receptor a través del emisor submarino del EIP.

**Tabla 11.** Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “ISKAY”

<b>EIP-CHI ISKAY</b>						
<b>AÑO</b>	<b>T.M. DE PESCADO RECIBIDAS</b>	<b>CAPACIDAD DE DISEÑO (T.M.)</b>	<b>CAPACIDAD UTILIZADA (%)</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN AUTORIZADO POR LA ANA (m<sup>3</sup>)</b>	<b>USO DE LA AUTORIZACIÓN (%)</b>
2012	30078.00		89.44	30679.56		29.92
2013	60125.00		178.78	61327.50		59.81
2014	31276.00		93.00	31901.52		31.11
2015	34534.00	33630.00	102.69	35224.68	102537.00	34.35
2016	20165.00		59.96	20568.30		20.06
2017	36245.00		107.78	36969.90		36.06
2018	87403.00		259.90	89151.06		86.95
<b>TOTAL (T.M.)</b>	<b>299826.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>305822.52</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Se puede apreciar que la materia prima recibida tiende a disminuir del año 2012 al 2017. En el año 2018 se recibe 87403 toneladas métricas de anchoveta, lo que significa que los sistemas de tratamiento de efluentes del EIP trabajaron al 259% de la capacidad diseñada. Sin embargo, en ningún año se superó el volumen autorizado por la ANA para vertimiento de efluentes.

#### **EIP-CHI: “KIMSA”**

Para el caso del EIP de la empresa “KIMSA”, se aprobó un Plan de Manejo Ambiental-PMA con Resolución Directoral N°046-2010-PRODUCE/DIGAAP, en el cual se establecen los sistemas de tratamiento y equipos a implementar. Sin embargo, en el año 2011 este EIP obtuvo certificación ambiental para un nuevo Estudio de Impacto Ambiental (EIA) sobre el incremento de capacidad de 80 t/h hasta 168 t/h a través de la Resolución Directoral N°031-2011-PRODUCE/DIGAAP. En dicho EIA se modifican los sistemas de tratamiento planteados en su PMA. En ese sentido, el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento, según el EIA, se realizó utilizando como referencia la capacidad máxima de procesamiento de la planta, que es 168t/h; la relación pescado-agua utilizada por el sistema de bombeo, la cual es 1:1 (1 m<sup>3</sup> de agua de mar por cada tonelada métrica de pescado) a partir de la instalación de bombas ecológicas; y la jornada laboral que ellos toman como 18 horas/día, 15 días/mes y 5 meses año. Además, el EIA indica que la producción de efluentes industriales tratados diarios es de 3292.39m<sup>3</sup>. Con estos datos se tiene que el sistema de tratamiento de efluentes se diseñó para tratar como máximo lo generado por 226800 TM

anuales de pescado y genera  $1.09\text{m}^3$  de efluentes por tonelada de pescado recibida y procesada.

Según el EIA para incremento de capacidad, los sistemas de tratamiento implementados son:

**A. Traslase de la materia prima:**

- Cuenta con dos bombas ecológicas marca TRANSVAC con una relación agua-pescado de 1:1 y capacidad de 200t/h.

**B. Tratamiento del Agua de Bombeo:**

- Primera Fase (Recuperación de sólidos mayores a 1,0 mm): para el tratamiento primario disponen de dos (2) Tamices rotativos de  $650\text{ m}^3/\text{h}$ , revestido con malla Jhonson de 0,5 mm.
- Segunda Fase: Para la recuperación de grasa tienen instalada una trampa de grasa con  $240\text{ m}^3$  de capacidad y un sistema DAF con inyección de microburbujas cuya capacidad es de  $240\text{m}^3$ .
- Tercera Tratamiento (Químico): Se instaló un sistema de dosificación de enzimas que consta de un tanque dosificador, un tanque mezclador y una PAC.

**C. Tratamiento de efluentes de limpieza:**

- Se reporta un volumen promedio de  $92.38\text{ m}^3/\text{día}$ .
- Cribado: 1 tamiz rotativo con malla de 1,0 mm
- Trampa de grasa
- Tanque de neutralización
- Los efluentes tratados son vertidos al cuerpo marino receptor a través del emisor submarino.

**D. Tratamiento de espumas:**

- El tratamiento de espumas se efectúa mediante un tanque de almacenamiento de espumas de  $5.7\text{m}^3$ , tres coaguladores térmicos, separadores de sólidos, un tricanter de 14000 l/h y tres centrífugas de 10000 l/h.

**E. Tratamiento de la sanguaza:**

- La sanguaza se recolecta en un tanque de  $28\text{m}^3$  y luego se bombea a un tanque coagulador cerrado de  $14\text{m}^3$ , para pasar después al tanque colector de caldos de prensa del proceso principal.



**F. Tratamiento del Agua de Cola:**

- El agua de cola es tratada en una (1) planta evaporadora de agua de cola de Película Descendente marca ATLAS STORD de 3 efectos y 48 m<sup>3</sup>/h de capacidad.

**G. Recuperación de lodos:**

- Los lodos residuales son enviados a un deshidratador y luego se incorporarán al sistema de secado.

**H. Sistema de tratamiento de agua servidas:**

- Las aguas servidas son enviadas al alcantarillado de la red municipal con un caudal 4m<sup>3</sup>/día o 1452m<sup>3</sup>/año.

**I. Disposición de efluentes tratados:**

- Los efluentes previamente tratados son vertidos a través del emisario submarino al cuerpo marino receptor. La tubería tiene una longitud de 1029.37 m.; 20 pulgadas de diámetro; una profundidad de 12m. y está hecha de polietileno de alta densidad (HDPE). No se determinó el ancho de la “zona de protección ambiental litoral” para el dimensionamiento del emisor. Se realizó un estudio de dispersión de contaminantes.

**Tabla 12.** Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “KIMSA”

MEDIDAS DE MITIGACION A IMPLEMENTAR	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION PARA CUMPLIR LOS LMP-EFLUENTES COLUMNA II				
	EQUIPOS Y SISTEMAS	2010	2011	2012	2013
Bombas ecológicas			X		
Tamices rotativos (malla 0.5)		X			
Sistema de circuito cerrado para el agua de bombeo			X		
Sistema de tratamiento biológico para aguas servidas			X		
Sistema de tratamiento de efluentes de limpieza de equipos (Cribado, trampa de grasa, sedimentación y tanque de neutralización)			X		

**FUENTE:** R.D. N°046-2010-PRODUCE/DIGAAP

Se presenta el cronograma de implementación de sistemas de tratamiento de efluentes aprobado para el EIP de la empresa “KIMSA” según su PMA en la Tabla 12. La

implementación de los equipos señalados en el PMA representa obligaciones ambientales fiscalizables por el OEFA.

Se observa que el EIP de la empresa “KIMSA” debería cumplir con los LMP “Columna II” al finalizar el año 2011.

Según la información presentada tenemos que los sistemas de tratamiento del EIP-CHI “KIMSA” están diseñados para trabajar a una capacidad de procesamiento máxima anual de 226800TM de pescado, generando 1.09 m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada de pescado. En ese sentido, el volumen de vertimientos calculado por año para dicho EIP, respecto a las descargas de materia prima recibidas, se presentan en la Tabla 13. El EIP-CHI “KIMSA” cuenta con la Resolución Directoral N°74-2012-ANA/DGCRH la cual autorizó el vertimiento anual de 417924 m<sup>3</sup> de efluentes industriales tratados al cuerpo marino receptor a través del emisor submarino del EIP.

**Tabla 13.** Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “KIMSA”

EIP-CHI KIMSA						
AÑO	T.M. DE PESCADO RECIBIDAS	CAPACIDAD DE DISEÑO (T.M.)	CAPACIDAD UTILIZADA (%)	VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN AUTORIZADO POR LA ANA (m <sup>3</sup> )	USO DE LA AUTORIZACIÓN (%)
2012.00	126362.53		55.72	137735.15		32.96
2013.00	175719.00		77.48	191533.71		45.83
2014.00	102597.00		45.24	111830.73		26.76
2015.00	175782.00	226800.00	77.51	191602.38	417924.00	45.85
2016.00	80108.31		35.32	87318.06		20.89
2017.00	88165.00		38.87	96099.85		22.99
2018.00	205535.00		90.62	224033.15		53.61
<b>TOTAL (T.M.)</b>	<b>954268.84</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>1040153.03</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Se observa que en todos los años evaluados no se superó el volumen de vertimiento de efluentes autorizado por la ANA para el EIP “KIMSA”. Además, el sistema de tratamiento de efluentes de dicho EIP trabajó siempre por debajo de la capacidad de diseño.

#### **EIP-CHI: “TAWA”**

Para el caso del EIP de la empresa “TAWA”, se aprobó un Plan de Manejo Ambiental-PMA con Resolución Directoral N°056-2010-PRODUCE/DIGAAP, en el cual se establecen los sistemas de tratamiento y equipos a implementar. Según el PMA, el dimensionamiento de

los sistemas de tratamiento se realizó utilizando como referencia la capacidad máxima de procesamiento de la planta, que es 50t/h; la relación pescado-agua utilizada por el sistema de bombeo inicial que era de 2:1 (2 m<sup>3</sup> de agua de mar por cada tonelada métrica de pescado); y la jornada laboral que ellos toman como 24 horas/día, 10 días/mes y 5 meses año. Además, el PMA indica que la producción de efluentes diarios es de 2502m<sup>3</sup>. Con estos datos se tiene que el sistema de tratamiento de efluentes se diseñó para tratar como máximo lo generado por 60000 TM anuales de pescado y genera 2.09m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada de pescado recibida y procesada. Sin embargo, una vez que se instalaran las bombas ecológicas (2010-2011) la relación sería de 1:1 por lo cual el volumen de efluentes por tonelada de pescado recibida y procesada es 1.09 m<sup>3</sup>.

Según el PMA, los sistemas de tratamiento implementados son:

**A. Trasvase de la materia prima:**

- Cuenta una bomba MOYNO-HIDROSTAL de 400m<sup>3</sup>/h de capacidad, con una relación agua-pescado 1:1.

**B. Tratamiento del Agua de Bombeo:**

- Primera Fase (Recuperación de Sólidos mayores a 0.75 mm): para el tratamiento primario disponen de un (1) tamiz rotativo de 450 m<sup>3</sup>/h, marca FABTECH, malla Johnson con ranura de 0.75 mm.
- Segunda Fase (Recuperación de Aceites y Sólidos Suspendidos): Consiste en la recuperación de grasa del agua de bombeo, en dos celdas de flotación de 80 m<sup>3</sup> total e inyección de micro burbujas de aire.
- Tercera Tratamiento (Químico): El agua de bombeo procedente de la celda de flotación (segunda fase de tratamiento) será almacenada en un tanque equalizador y luego enviado a un tanque de flotación (clarificador), donde se añaden los floculantes-coagulantes, para finalmente evacuar el efluente a través de un emisario submarino.

**C. Tratamiento de efluentes de limpieza:**

- Se reporta un volumen promedio de 102.10 m<sup>3</sup>/día.
- Pretratamiento por filtración
- Separación de sólidos (trampa separadora de sólidos)
- Separación de grasa (trampa separadora de grasa)

- Neutralización en un tanque de 10m<sup>3</sup> de capacidad.
- Evacuación del efluente por el emisario submarino

**D. Tratamiento de espumas:**

- La espuma es enviada mediante una bomba hacia el coagulador térmico, consistente en un tanque aislado térmicamente, de tubos calentados por vapor indirecto, donde alcanza la temperatura de 90°C a 100°C durante 5 minutos para facilitar la separación de sólidos y aceite por centrifugación.

**E. Tratamiento de la sanguaza:**

- La sanguaza es recolectada en una poza de concreto de 3 m<sup>3</sup> de capacidad, luego es tamizada y clarificada utilizando los mismos equipos del sistema de tratamiento del agua de bombeo.

**F. Tratamiento del Agua de Cola:**

- El agua de cola será tratada en dos (2) plantas de evaporación ROSEMBLADS de tres efectos, con capacidad de 15 000 l/h cada una.

**G. Recuperación de lodos:**

- Los lodos residuales serán enviados a un deshidratador, a fin de bajar la humedad del lodo y adicionarlo al proceso normal de producción de harina. El agua de la separadora ambiental retornara el tanque equalizador en circuito cerrado en la tercera fase.

**H. Sistema de tratamiento de agua servidas:**

- Las aguas servidas son enviadas al alcantarillado de la red municipal con un caudal diario de 5m<sup>3</sup>.

**I. Disposición de efluentes tratados:**

- Los efluentes previamente tratados son vertidos a través del emisario submarino al cuerpo marino receptor. La tubería tiene una longitud de 833 m., con 700m. medidos desde la orilla de la playa hasta el final del emisor; 18 pulgadas de diámetro; una profundidad de 10m. y está hecha de polietileno de alta densidad (HDPE). La parte final de la tubería cuenta con 1 difusor. No se determinó el ancho de la “zona de protección ambiental litoral” para el dimensionamiento del emisor. Se realizó un estudio de dispersión de contaminantes.

A continuación, se presenta el cronograma de implementación de sistemas de tratamiento de efluentes aprobado para el EIP de la empresa “TAWA” según su PMA en la Tabla 14. La implementación de los equipos señalados en el PMA representa obligaciones ambientales fiscalizables por el OEFA.

**Tabla 14.** Cronograma de Implementación de equipos y sistemas de tratamiento del EIP-CHI “TAWA”

MEDIDAS DE MITIGACION A IMPLEMENTAR	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION PARA CUMPLIR LOS LMP-EFLUENTES COLUMNA II				
	EQUIPOS Y SISTEMAS	2010	2011	2012	2013
Bombas ecológicas		X			
Trampa de grasa de 200 m3			X		
Tamices rotativos (malla 0.5)			X		
Tratamiento complementario para alcanzar los LMP (bioquímico, biológico u otros)					X
Sistema de tratamiento secundario de efluentes		X			
Sistema de tratamiento de efluentes de limpieza de equipos (Cribado, trampa de grasa, sedimentación y tanque de neutralización), incluye efluente de laboratorio					X

**FUENTE:** R.D. N°056-2010-PRODUCE/DIGAAP

Se observa que el EIP de la empresa “TAWA” debería cumplir con los LMP “Columna II” al finalizar el año 2013.

Según la información presentada tenemos que los sistemas de tratamiento del EIP-CHI “TAWA” están diseñados para trabajar a una capacidad de procesamiento máxima anual de 60000TM de pescado, generando 1.09 m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada de pescado. En ese sentido, el volumen de vertimientos calculado por año para dicho EIP, respecto a las descargas de materia prima recibidas, se presentan en la Tabla 15. El EIP-CHI “TAWA” cuenta con la Resolución Directoral N°182-2011-ANA/DGCRH la cual autorizó el vertimiento anual de 96400 m<sup>3</sup> de efluentes industriales tratados al cuerpo marino receptor a través del emisor submarino del EIP.

**Tabla 15.** Materia prima recibida, capacidad utilizada y vertimiento de efluentes anuales del EIP-CHI “TAWA”.

<b>EIP-CHI TAWA</b>						
<b>AÑO</b>	<b>T.M. DE PESCADO RECIBIDAS</b>	<b>CAPACIDAD DE DISEÑO (T.M.)</b>	<b>CAPACIDAD UTILIZADA (%)</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>VOLUMEN AUTORIZADO POR LA ANA (m<sup>3</sup>)</b>	<b>USO DE LA AUTORIZACIÓN (%)</b>
2012	21600.000		36.00	23544.00		24.42
2013	37965.000		63.28	41381.85		42.93
2014	26035.000		43.39	28378.15		29.44
2015	39380.000	60000	65.63	42924.20	96400.00	44.53
2016	18993.000		31.66	20702.37		21.48
2017	26855.000		44.76	29271.95		30.37
2018	57221.000		95.37	62370.89		64.70
<b>TOTAL (T.M.)</b>	<b>228049.000</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>248573.41</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Se observa que en los años evaluados no se superó el volumen de vertimiento de efluentes autorizado por la ANA para el EIP “TAWA”. Además, el sistema de tratamiento de efluentes de dicho EIP trabajó siempre por debajo de la capacidad de diseño.

3.3.2. Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de los parámetros físicos – químicos en los efluentes por EIP según el Decreto Supremo N°010-2008-PRODUCE.

3.3.2.1. Presentación de informes de monitoreo

Se utilizaron 122 informes de monitoreo en total. La Tabla 16 muestra cuántos informes de monitoreo presentaron los EIP evaluados a OEFA, en contraste con la cantidad de meses de producción en cada año. Los EIP debieron presentar los informes mensuales según la materia prima recibida. La no presentación de informes de monitoreo cuando se realizó procesamiento se considera un incumplimiento sancionable por la autoridad competente en fiscalización ambiental. Se puede observar que en todos los años por lo menos existe un incumplimiento de esta naturaleza.

**Tabla 16.** Número de informes de monitoreo presentados por los EIP evaluados.

EIP CHI								
AÑO	HUK		ISKAY		KIMSA		TAWA	
	NÚMERO INF.	PRODUCCIÓN (MESES)	NÚMERO INF.	PRODUCCIÓN (MESES)	NÚMERO INF.	PRODUCCIÓN (MESES)	NÚMERO INF.	PRODUCCIÓN (MESES)
2012	4	5	2	4	5	5	2	3
2013	5	6	7	5	5	5	4	5
2014	6	6	3	4	3	5	3	3
2015	5	5	4	4	3	6	5	5
2016	5	5	4	4	5	5	3	5
2017	5	5	4	5	3	5	5	5
2018	6	6	6	6	4	6	6	6
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>28</b>	<b>32</b>

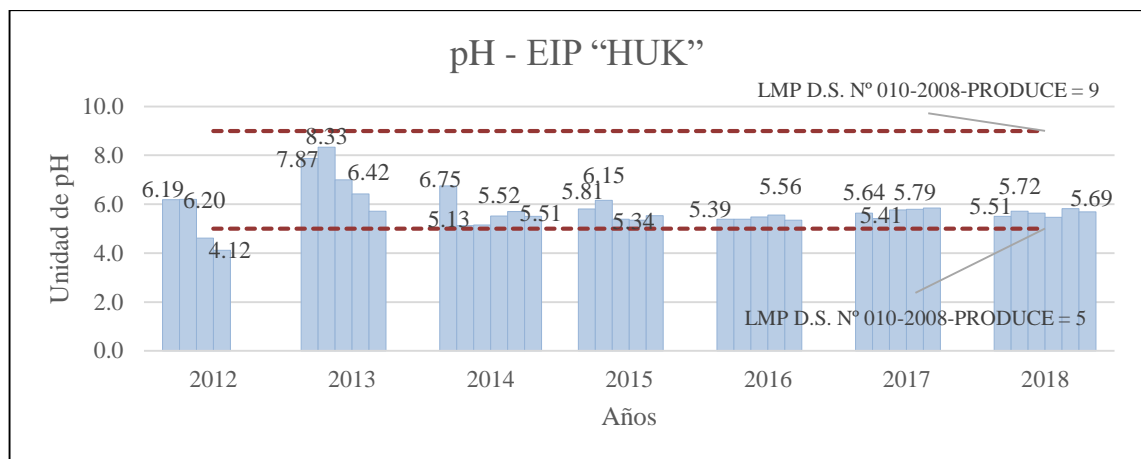
En los Anexos 1, 2, 3 y 4 se presentan las Tablas resumen que contienen los números de monitoreos y los resultados de la caracterización de los parámetros en los efluentes analizados por año y por cada empresa. Se puede observar que los EIP “HUK” e “ISKAY” presentaron 2 informes menos de los que debieron remitir a la autoridad en materia ambiental. El EIP “KIMSA” debió presentar 9 informes más y a la empresa “TAWA” no presentó 4 informes en todo el periodo evaluado. Cada uno de los informes no presentados constituye un incumplimiento sancionable por la autoridad en fiscalización ambiental.

3.3.2.2. Análisis del cumplimiento de los LMP (Decreto Supremo N°010-2008-PRODUCE).

#### **EIP-CHI: “HUK”**

Para el caso del EIP-CHI “HUK”, según se presentó en la Tabla 4, el año para empezar a cumplir con la “Columna II” de los LMP es el 2014, y a partir del 2016 la “Columna III”.

En el parámetro pH, los valores evaluados se encuentran dentro del rango establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N°010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9, Columna II y III), excepto en los dos últimos informes de monitoreo del año 2012, ver Figura 2. Sin embargo, en el año 2012 el EIP “HUK” aún no estaba obligado a cumplir con los LMP.



**Figura 2.** Valores de los monitoreos del pH para el EIP “HUK” (2012-2018).

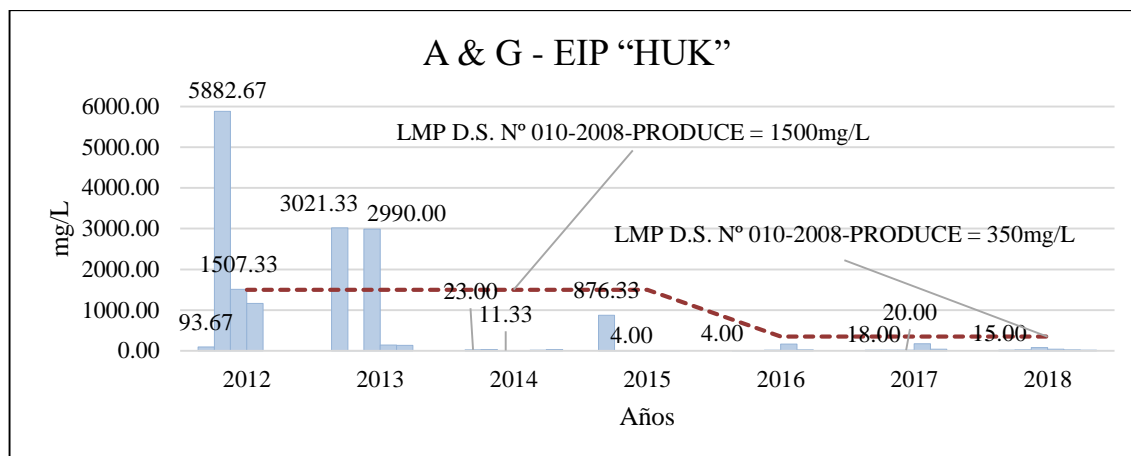
La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calcularon y se presentan en la Tabla 17. Se puede observar que, a partir del año 2013, la desviación estándar empieza a disminuir, obteniendo coeficientes de variabilidad bajos para este parámetro.

**Tabla 17.** Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “HUK”.

<b>pH - EIP "HUK"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>DESV. ESTÁNDAR</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>COEF. VARIABILIDAD</b>
2012	1.07	5.28	20%
2013	1.06	7.07	15%
2014	0.60	5.63	11%
2015	0.34	5.64	6%
2016	0.09	5.43	2%
2017	0.17	5.69	3%
2018	0.13	5.64	2%

En el caso del parámetro Aceites y Grasas (A&G) para el EIP-CHI “HUK”, se observa que en el año 2012 e inicios del año 2013 se superaron los valores de la “Columna II” de los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (A&G =1500 mg/L), sin embargo, a partir de la segunda mitad del año 2013 al 2018 se cumplen con lo establecido en el LMP en las columnas respectivas (A&G = 15000 mg/L; 350 mg/L), ver Figura 3.





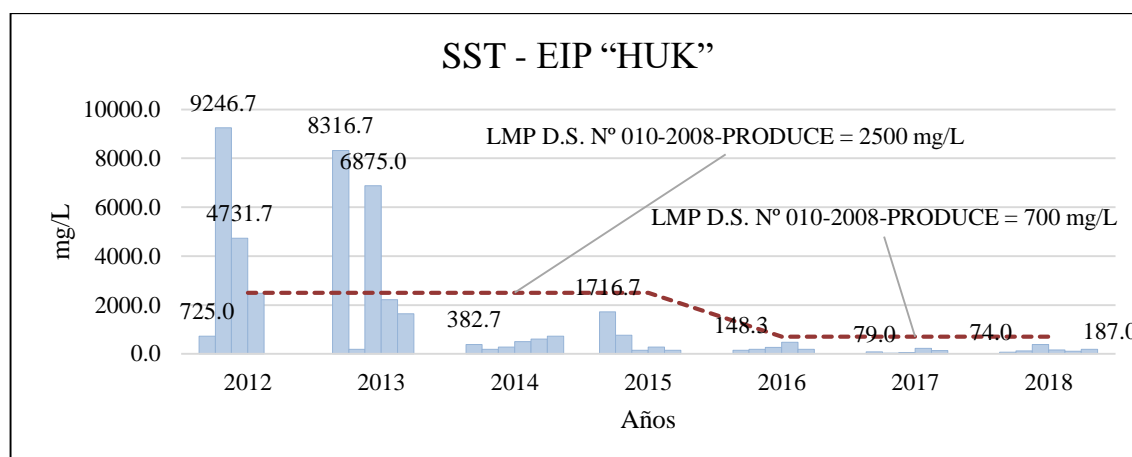
**Figura 3.** Valores de los monitoreos del parámetro Aceites y Grasas para el EIP "HUK" (2012-2018).

Se puede observar en la Tabla 18 que los promedios anuales tienden a disminuir a partir del año 2014, sin embargo, la variabilidad para este parámetro es alta en todos los años evaluados.

**Tabla 18.** Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP "HUK".

A&G - EIP "HUK"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	2552.77	2161.42	118%
2013	1595.78	1258.73	127%
2014	10.80	21.11	51%
2015	388.80	180.87	215%
2016	67.77	44.27	153%
2017	66.99	53.00	126%
2018	22.85	34.67	66%

Para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST) del EIP-CHI "HUK" se observa que en general sólo los valores de los monitoreos realizados en el 2012 e inicios del año 2013 no cumplen con los valores de la "Columna II" de los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (SST=2500mg/L). A partir de la segunda mitad del año 2013 en adelante se puede observar que los valores resultan inferiores a los valores de LMP correspondientes (Columna II y III), ver Figura 4.



**Figura 4.** Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP "HUK" (2012-2018).

Se puede observar en la Tabla 19 que los promedios anuales tienden a disminuir a partir del año 2014, sin embargo, la variabilidad para este parámetro es alta para todos los años evaluados.

**Tabla 19.** Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP "HUK".

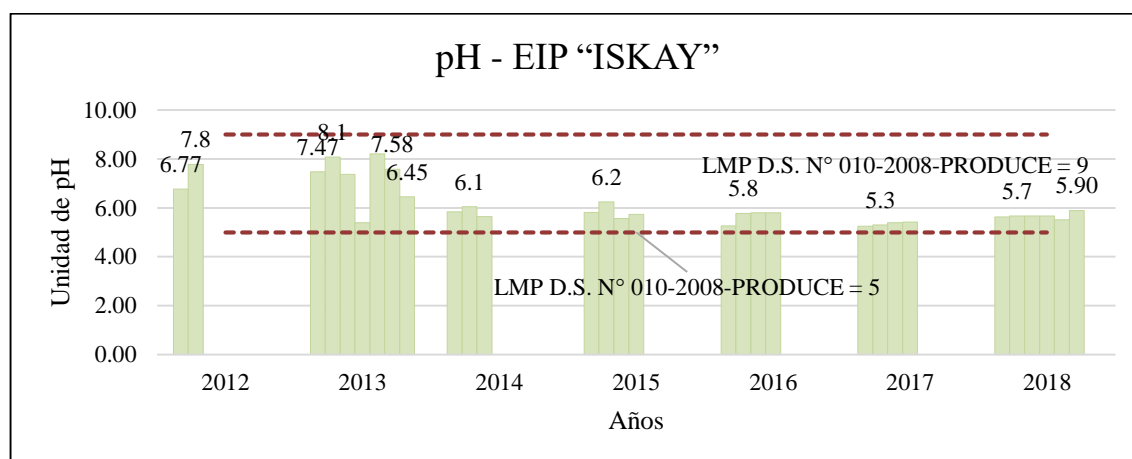
SST - EIP "HUK"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	3684.96	4296.67	86%
2013	3536.55	3848.33	92%
2014	201.29	444.97	45%
2015	666.98	612.29	109%
2016	131.87	250.73	53%
2017	79.07	106.80	74%
2018	113.10	172.83	65%

Se puede evidenciar en base a las Figuras 1, 2 y 3 que la calidad de los efluentes generados en el EIP-CHI "HUK" mejora a partir del año 2014, lo cual coincide con la implementación de los sistemas de tratamiento y equipos indicados en su Plan de Manejo Ambiental para lograr el cumplimiento de los LMP. Los promedios anuales disminuyen cada año, sin embargo, la variabilidad de los parámetros A&G y SST resulta alta en todos los años. Cabe mencionar que, los monitoreos que superaron los LMP están comprendidos dentro del periodo de adecuación aprobado para el EIP-CHI "HUK", por lo cual este hecho no se constituiría como un incumplimiento sancionable por la autoridad competente en fiscalización ambiental.

## EIP-CHI: “ISKAY”

Para el caso del EIP-CHI “ISKAY”, según se presentó en la Tabla 4, el año para empezar a cumplir con la “Columna II” de los LMP es el 2014, y a partir del 2016 la “Columna III”.

En el parámetro pH, los valores evaluados se encuentran dentro del rango establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N°010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9, Columna II y III), ver Figura 5.



**Figura 5.** Valores de los monitoreos del parámetro pH para el EIP “ISKAY” (2012-2018).

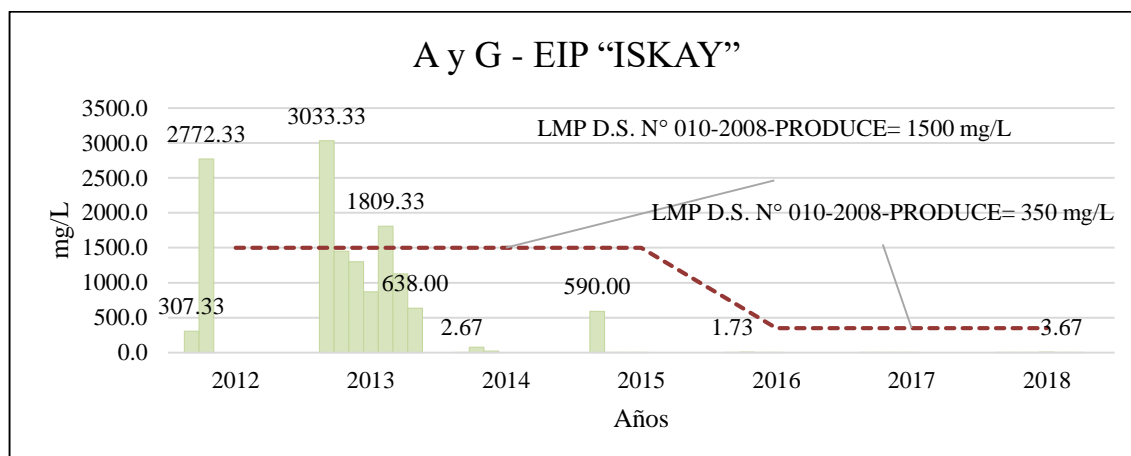
La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 20. A partir del año 2014 disminuye la desviación estándar, la variabilidad resulta baja para este parámetro.

**Tabla 20.** Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “ISKAY”.

pH- EIP "ISKAY"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	0.7142	7.2783	10%
2013	0.9864	7.2238	14%
2014	0.2051	5.8411	4%
2015	0.2875	5.8413	5%
2016	0.2624	5.6600	5%
2017	0.0795	5.3408	1%
2018	0.1260	5.6728	2%

En el caso del parámetro Aceites y Grasas (A&G) en el EIP-CHI “ISKAY”, se observa que en los años 2012 y 2013 se superaron los valores de la “Columna II” de los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (A&G =1500 mg/L), en 3 meses diferentes. Sin embargo, el total de valores reportados del 2014 al 2018 cumplieron con las

columnas respectivas de los LMP (A&G = 15000 mg/L; 350 mg/L), ver Figura 6. La situación descrita coincide con la implementación de equipos para la recuperación de aceites y grasas propuesta en el Plan de Manejo Ambiental.



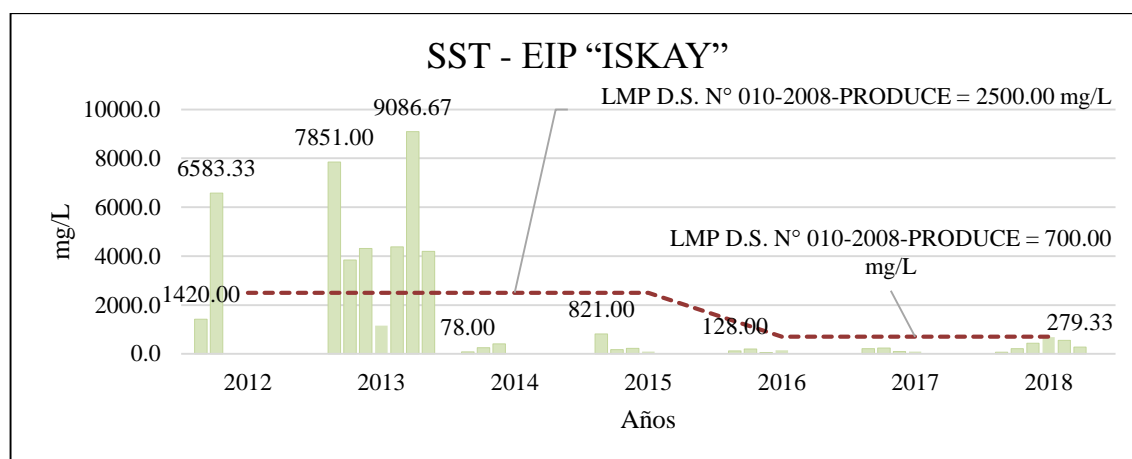
**Figura 6.** Valores de los monitoreos del parámetro Aceites y Grasas para el EIP “ISKAY” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 21. A partir del año 2014 se observa una disminución de los promedios, sin embargo, la variabilidad resulta alta para este parámetro.

**Tabla 21.** Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “ISKAY”.

A&G- EIP "ISKAY"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	1743.02	1539.83	113%
2013	791.10	1461.67	54%
2014	38.72	33.56	115%
2015	294.44	148.33	199%
2016	2.51	2.88	87%
2017	0.70	2.12	33%
2018	2.31	3.58	65%

En el caso del parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST) del EIP-CHI “ISKAY” se observa en la Figura 7 que los valores alcanzados en los años 2012 y 2013 no cumplen con los valores de la “Columna II” de los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (SST=2500mg/L). Sin embargo, a partir del año 2014 en adelante se puede observar que los valores resultan inferiores a los valores de LMP correspondientes (Columna II y III). Esta situación coincide con la instalación de los sistemas de tratamiento propuestos en el PMA.



**Figura 7.** Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP "ISKAY" (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 22. A partir del año 2014 se observa una disminución de los promedios, sin embargo, la variabilidad resulta alta para este parámetro.

**Tabla 22.** Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP "ISKAY".

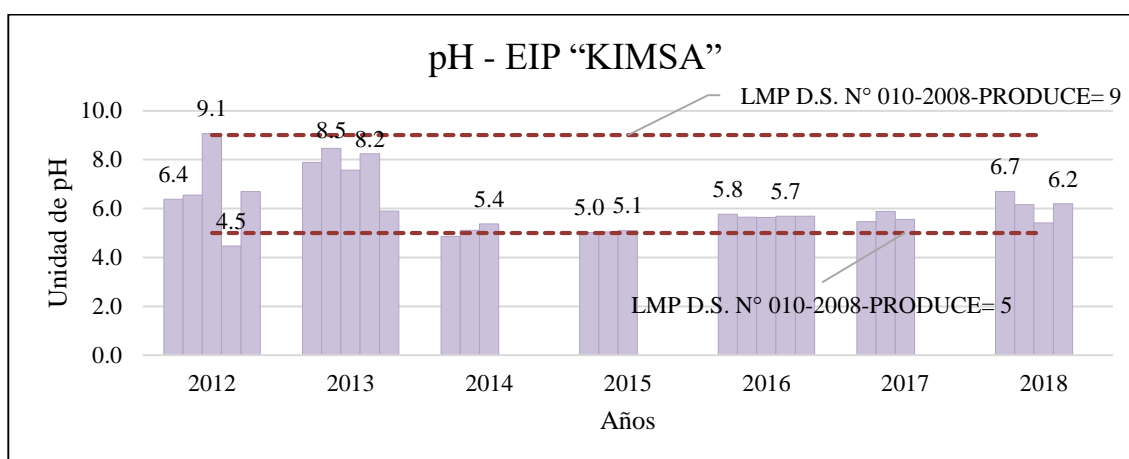
SST EIP "ISKAY"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	3651.03	4001.67	91%
2013	2661.73	4972.52	54%
2014	165.71	248.33	67%
2015	330.78	330.83	100%
2016	56.70	133.08	43%
2017	75.65	159.92	47%
2018	228.41	373.28	61%

De la información presentada en las Figuras 5, 6 y 7 se puede observar que la calidad de los efluentes generados en el EIP-CHI "ISKAY" mejora a partir del año 2014. El parámetro pH tiene una variabilidad baja, en cambio los parámetros A&G y SST presentaron coeficientes de variabilidad altos. Asimismo, los monitoreos que superaron los LMP corresponderían al periodo de adecuación aprobado para el EIP-CHI "ISKAY", por lo tanto, estos no califican como incumplimiento sancionable por la autoridad competente en fiscalización ambiental.

#### **EIP-CHI: "KIMSA"**

Para el caso del EIP-CHI "KIMSA", según se presentó en la Tabla 4, el año para empezar a cumplir con la "Columna II" de los LMP es el 2012, y a partir del 2014 la "Columna III".

En cuanto al parámetro pH, se observa que los resultados presentados se encuentran dentro del rango establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9, Columna II y III), a excepción de un monitoreo realizado en el año 2012 y otro en el 2014, donde resultó menor al LMP (ver Figura 8). Este hecho configuraría un incumplimiento a los LMP pues en dichos años el EIP debió cumplir con los LMP.



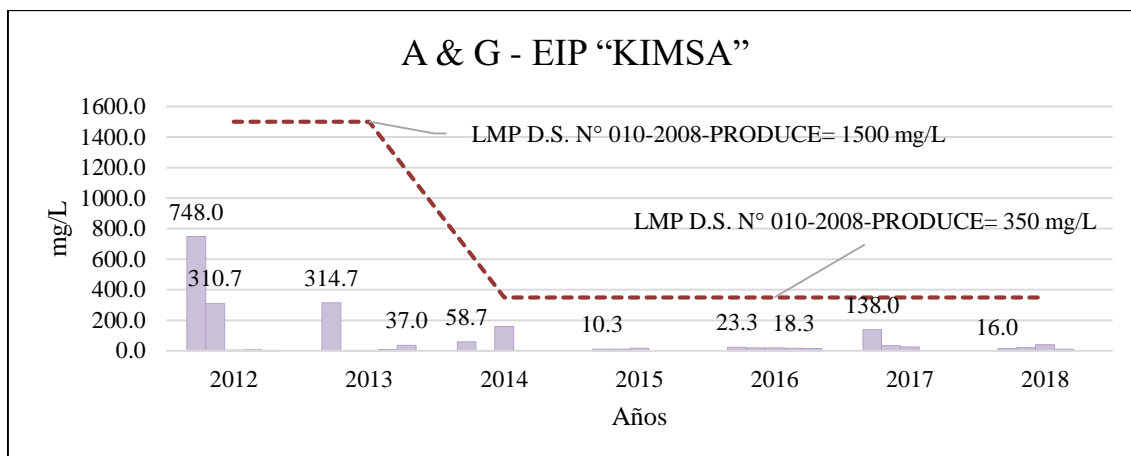
**Figura 8.** Valores de los monitoreos del parámetro pH para el EIP “KIMSA” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 23. La variabilidad para este parámetro es baja.

**Tabla 23.** Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “KIMSA”.

pH EIP "KIMSA"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	1.634	6.633	25%
2013	1.015	7.612	13%
2014	0.255	5.110	5%
2015	0.039	5.058	1%
2016	0.051	5.685	1%
2017	0.221	5.630	4%
2018	0.532	6.118	9%

Respecto al parámetro Aceites y Grasas (A&G), según se observa en la Figura 9, los resultados de los monitoreos no superaron los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, tanto para la “Columna II” como para la “Columna III” (1500 mg/L y 350 mg/L) en todo el periodo evaluado. Este hecho se debe a que la implementación de los sistemas de tratamiento empezó antes que en los demás EIP.



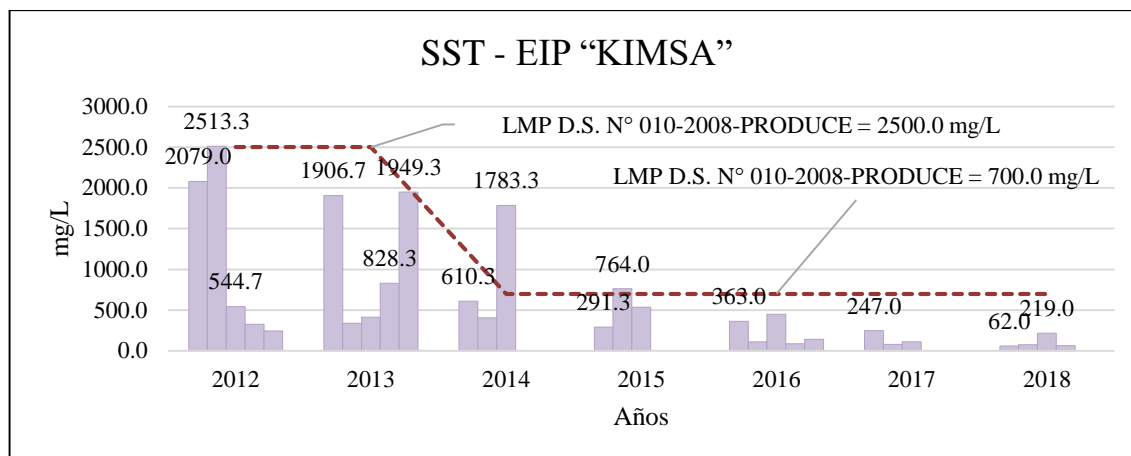
**Figura 9.** Valores de los monitoreos del parámetro Aceites y Grasas para el EIP “KIMSA” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 24. Se puede apreciar que los promedios anuales empiezan a disminuir a partir del año 2013, sin embargo, la variabilidad es alta para este parámetro.

**Tabla 24.** Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “KIMSA”.

<b>A&amp;G EIP "KIMSA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>DESV. ESTÁNDAR</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>COEF. VARIABILIDAD</b>
2012	326.28	214.60	152%
2013	135.81	73.07	186%
2014	79.36	73.33	108%
2015	3.86	12.89	30%
2016	2.97	18.87	16%
2017	62.72	65.78	95%
2018	12.68	22.00	58%

Los resultados para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el EIP-CHI “KIMSA” no cumplieron con los valores establecidos en los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (2500mg/L y 700 mg/L) en tres ocasiones correspondientes a los años 2012, 2014 y 2015 (ver Figura 10). Esta situación generó un incumplimiento a la normativa ambiental por cada vez que se superó los LMP, los cuales son sancionables.



**Figura 10.** Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP “KIMSA” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 25. Se tiene que la variabilidad para este parámetro es alta, a pesar que los promedio tienden a disminuir a partir del año 2013.

**Tabla 25.** Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP “KIMSA”.

SST EIP "KIMSA"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	1070.41	1141.93	94%
2013	790.10	1087.13	73%
2014	743.27	933.22	80%
2015	236.36	529.67	45%
2016	165.16	230.00	72%
2017	89.26	145.78	61%
2018	76.21	105.00	73%

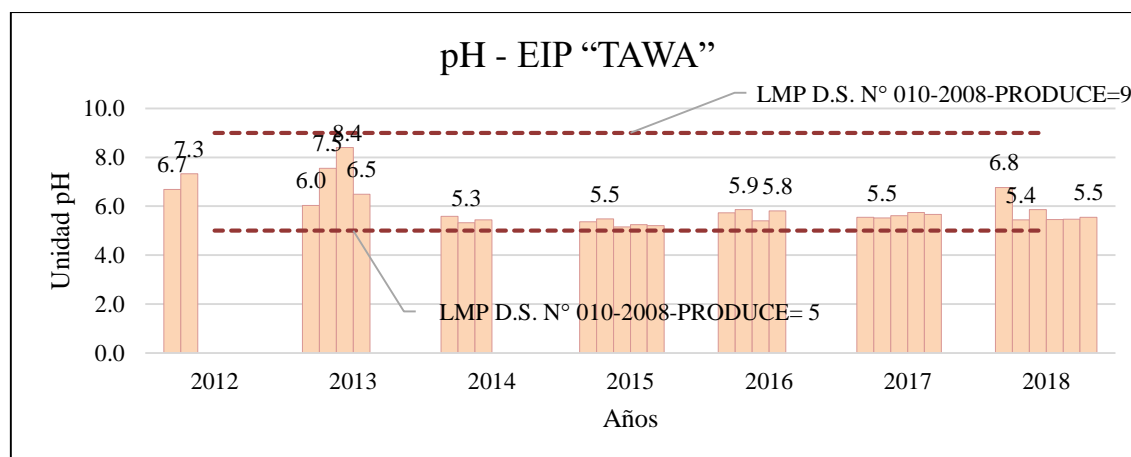
Se puede observar en las Figuras 8, 9 y 10 que la calidad de los efluentes generados en el EIP-CHI “KIMSA” empieza a mejorar desde la segunda mitad del año 2012. Además, se puede observar que en la mayoría de casos se cumplió con los valores de la “Columna III” de los LMP, lo que está relacionado con la implementación efectiva de los sistemas de tratamiento de efluentes propuestos en su Plan de Manejo Ambiental. Si bien los promedios anuales bajan con el paso del tiempo, la variabilidad de los datos permanece alta para los parámetros A&G y SST. En cuanto a los resultados que superaron los LMP a partir del año 2014, escapan al periodo de adecuación que tenía el EIP para cumplir con los LMP, incurriendo en tres incumplimientos sancionables por la autoridad competente en fiscalización ambiental.



## EIP-CHI: “TAWA”

El EIP-CHI “TAWA”, según se presentó en la Tabla 4, debía cumplir con la “Columna II” de los LMP en el año 2014, y a partir del 2016 la “Columna III”.

Respecto al parámetro pH, se observa que los resultados presentados se encuentran dentro del rango establecido en el LMP aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (LMP pH=5-9, Columna II y III), para todo el periodo evaluado, ver Figura 11.



**Figura 11.** Valores de los monitoreos del parámetro pH para el EIP “TAWA” (2012-2018).

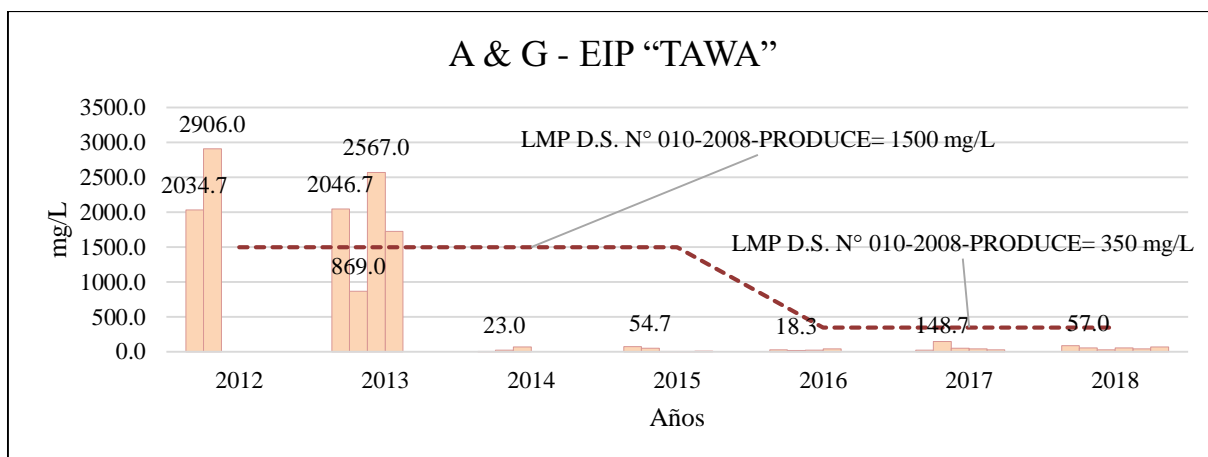
La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 26. A partir del año 2014 los promedios disminuyen, mientras que la variabilidad se mantiene baja para este parámetro.

**Tabla 26.** Variabilidad y promedio anual del parámetro pH – EIP “TAWA”.

pH EIP "TAWA"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	0.46	7.01	7%
2013	1.07	7.12	15%
2014	0.13	5.45	2%
2015	0.13	5.29	2%
2016	0.20	5.70	4%
2017	0.09	5.62	2%
2018	0.52	5.76	9%

Sobre el parámetro Aceites y Grasas (A&G), se observa que en los años 2012 y 2013 se superó los valores de la “Columna II” de los LMP aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (A&G =1500 mg/L), sin embargo, a partir del año 2014 al 2018 se cumplen con lo establecido en el LMP en las columnas respectivas (A&G = 15000 mg/L;

350 mg/L), ver Figura 12. Incluso se observa también que en los años 2014 y 2015 se cumple también con los valores de la “Columna III” de los LMP a pesar estar obligado en aquellos años a cumplir con la “Columna II”, que es menos exigente.



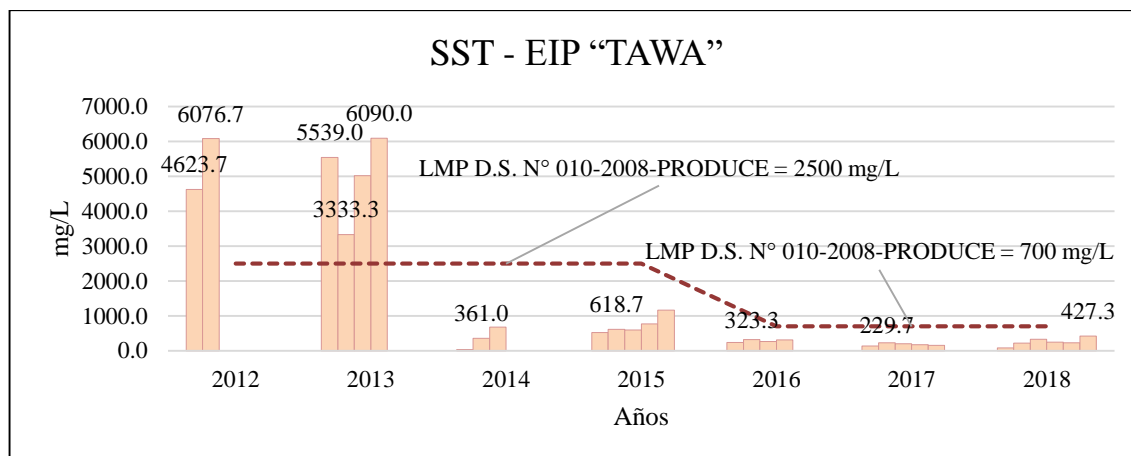
**Figura 12.** Valores de los monitoreos del parámetro A y G para el EIP “TAWA” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 27. Se puede observar que los promedios disminuyen a partir del año 2014, sin embargo, la variabilidad para este parámetro de mantiene alta.

**Tabla 27.** Variabilidad y promedio anual del parámetro A&G – EIP “TAWA”.

A&G EIP "TAWA"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	616.13	2470.33	25%
2013	712.16	1801.92	40%
2014	33.98	31.94	106%
2015	33.48	30.33	110%
2016	11.24	29.08	39%
2017	50.98	59.33	86%
2018	20.37	57.11	36%

Para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST) se observa que en general sólo los valores de los monitoreos realizados en el 2012 y 2013 no cumplen con los valores de la “Columna II” de los LMP (SST=2500mg/L), ver Figura 13. A partir del año 2014 se puede observar que los valores resultan inferiores a los valores de LMP correspondientes (Columna II y III). Esta situación se explica por la implementación del sistema de tratamiento de efluentes, cuyo cronograma de instalación culminó en el año 2013.



**Figura 13.** Valores de los monitoreos del parámetro SST para el EIP “TAWA” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 28. Se puede observar que los promedios disminuyen a partir del año 2014, sin embargo, la variabilidad para este parámetro de mantiene alta.

**Tabla 28.** Variabilidad y promedio anual del parámetro SST – EIP “TAWA”.

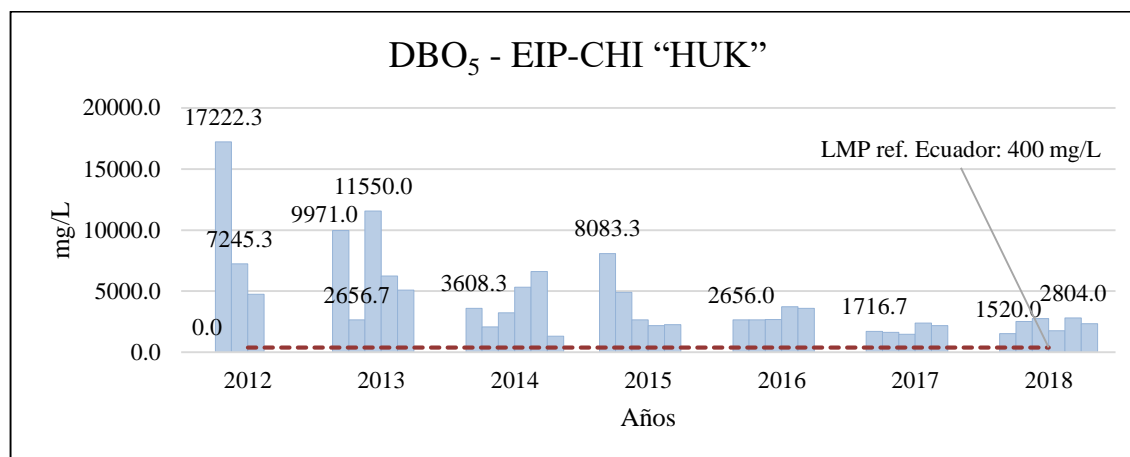
SST EIP "TAWA"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	1027.43	5350.17	19%
2013	1191.19	4995.96	24%
2014	323.67	359.89	90%
2015	255.54	737.60	35%
2016	39.65	285.75	14%
2017	37.45	179.87	21%
2018	114.78	258.17	44%

Según lo presentado en las Figuras 11, 12 y 13, se observa que la calidad de los efluentes generados en el EIP-CHI “HUK” mejora a partir del año 2014, lo cual se debe a la mejora tecnológica e implementación de los sistemas de tratamiento y equipos instalados para alcanzar el cumplimiento de los LMP, según se detalle en su Plan de Manejo Ambiental. Los valores que superaron los LMP estarían comprendidos dentro del periodo de adecuación aprobado para el EIP-CHI “TAWA”, por lo cual este hecho no se constituiría como un incumplimiento sancionable por la autoridad competente en fiscalización ambiental.

3.3.3. Análisis del cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles del parámetro DBO<sub>5</sub> de los monitoreos de efluentes por EIP.

## EIP-CHI: “HUK”

Para el parámetro DBO<sub>5</sub> en el EIP-CHI “HUK” se puede observar que en los monitoreos realizados en el periodo 2012 - 2018, no cumplen con lo establecido en el LMP referencial de la norma ecuatoriana (DBO<sub>5</sub>=400 mg/L), puesto que todos los informes de monitoreo indican valores mayores, ver Figura 14.



**Figura 14.** Valores de los monitoreos del DBO<sub>5</sub> para el EIP-CHI “HUK” (2012-2018).

La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 29. Se puede ver una disminución en los promedios a partir del año 2017, sin embargo, la variabilidad es alta.

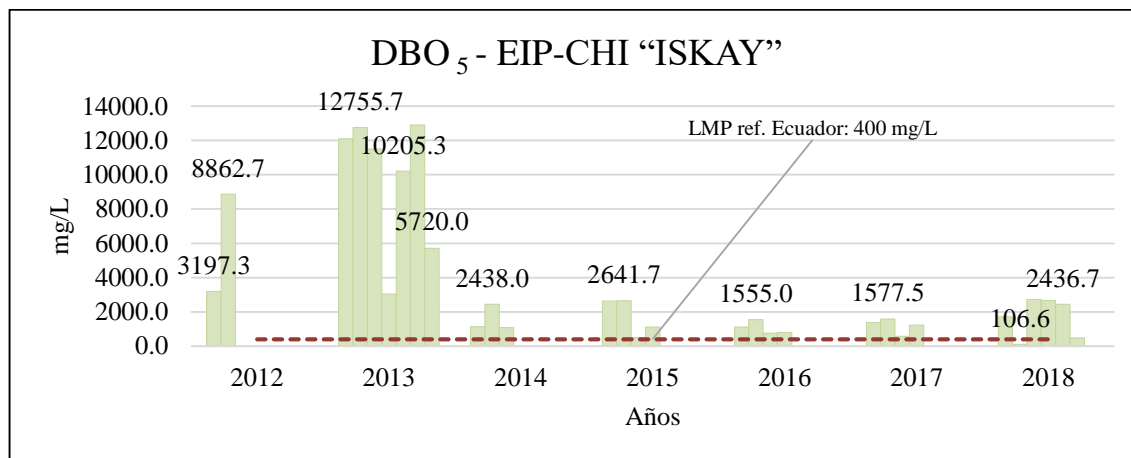
**Tabla 29.** Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO<sub>5</sub> para el EIP-CHI “HUK”.

DBO <sub>5</sub> - EIP "HUK"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	5676.46	10639.92	53%
2013	3623.81	7103.53	51%
2014	1982.75	3700.81	54%
2015	2528.60	4018.82	63%
2016	554.78	3067.07	18%
2017	396.79	1882.13	21%
2018	528.20	2284.50	23%

## EIP-CHI: “ISKAY”

Para el parámetro DBO<sub>5</sub> en el EIP-CHI “ISKAY” se puede observar que en los monitoreos realizados en el periodo 2012 - 2018, no cumplen con lo establecido en el LMP referencial de la norma ecuatoriana (DBO<sub>5</sub>= 400 mg/L), puesto que todos los informes de monitoreo

indican valores mayores a 400 mg/L, salvo en un solo monitoreo correspondiente al año 2018, ver la Figura 15.



**Figura 15.** Valores de los monitoreos del DBO5 para el EIP-CHI “ISKAY” (2012-2018).

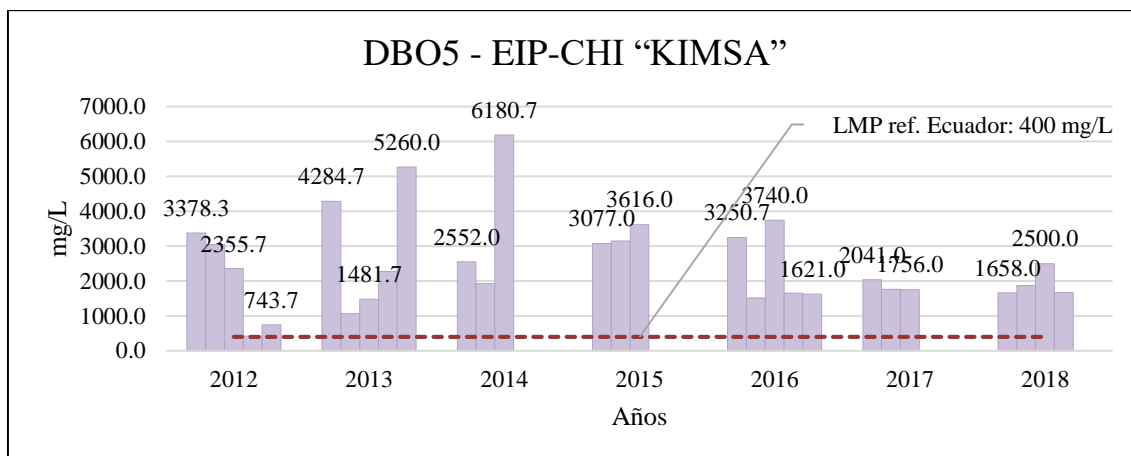
La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 30. Se puede ver una disminución en los promedios a partir del año 2014, sin embargo, la variabilidad es alta.

**Tabla 30.** Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO5 para el EIP-CHI “ISKAY”.

DBO <sub>5</sub> EIP "ISKAY"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	4006.00	6030.00	66%
2013	3849.59	9744.81	40%
2014	770.67	1549.00	50%
2015	1089.04	1721.96	63%
2016	367.22	1059.14	35%
2017	433.08	1190.89	36%
2018	1148.06	1688.23	68%

### EIP-CHI: “KIMSA”

En el caso del parámetro DBO<sub>5</sub> en el EIP-CHI “KIMSA” se puede observar que en los monitoreos realizados en el periodo 2012 - 2018, no cumplen con lo establecido en el LMP referencial de la norma ecuatoriana (DBO<sub>5</sub>= 400 mg/L), puesto que todos los informes de monitoreo indican valores mayores, ver la Figura 16.



**Figura 16.** Valores de los monitoreos del DBO5 para el EIP-CHI "KIMSA" (2012-2018).

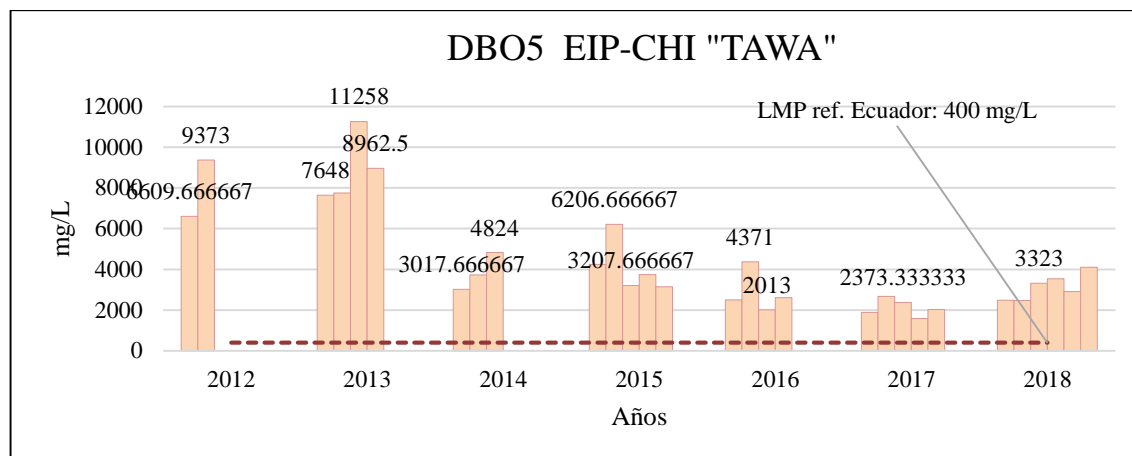
La desviación estándar de cada año, así como el promedio y el coeficiente de variabilidad se calculó y se presenta en la Tabla 31. No se puede observar una disminución sostenida en los promedios, además, la variabilidad resulta alta en la mayoría de años evaluados.

**Tabla 31.** Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO5 para el EIP-CHI "KIMSA".

<b>DBO<sub>5</sub> EIP "KIMSA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>DESV. ESTÁNDAR</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>COEF. VARIABILIDAD</b>
2012	1340.85	1989.60	67%
2013	1819.18	2874.33	63%
2014	2297.97	3552.11	65%
2015	292.41	3281.00	9%
2016	1055.07	2356.47	45%
2017	163.59	1852.11	9%
2018	396.23	1924.00	21%

### **EIP-CHI: "TAWA"**

Para el parámetro DBO<sub>5</sub> del EIP-CHI "TAWA" se puede observar que la totalidad de monitoreos realizados en el periodo 2012 - 2018 no cumplen con lo establecido en el LMP referencial de la norma ecuatoriana (DBO<sub>5</sub>= 400 mg/L), puesto que todos los informes de monitoreo indican valores superiores, ver la Figura 17.



**Figura 17.** Valores de los monitoreos del DBO 5 para el EIP-CHI “TAWA” (2012-2018).

Se observa en la Tabla 32 que los promedios disminuyen a partir del año 2016, la variabilidad está en el rango de 19-36%.

**Tabla 32.** Variabilidad y promedio anual del parámetro DBO5 para el EIP-CHI “TAWA”.

DBO5 EIP "TAWA"			
AÑO	DESV. ESTÁNDAR	PROMEDIO ANUAL	COEF. VARIABILIDAD
2012	1953.97	7991.33	24%
2013	1678.69	8904.63	19%
2014	910.36	3854.89	24%
2015	1252.99	4109.87	30%
2016	1031.36	2874.17	36%
2017	424.48	2110.00	20%
2018	637.95	3142.72	20%

3.3.4. Porcentaje de Cumplimiento de la normativa ambiental LMP de los informes de monitoreo de las empresas estudiadas.

3.3.4.1. Porcentaje de Cumplimiento de la normativa nacional ambiental LMP de los informes de monitoreo de las empresas estudiadas.

Con el propósito de estimar el grado de cumplimiento de los LMP para los parámetros analizados en los informes de cada una de las empresas estudiadas, se obtuvieron los porcentajes de cumplimiento de cada EIP para el periodo 2012–2018. Se puede constatar que en el caso del parámetro pH el cumplimiento fue superior al 90% para todos los EIP, durante el periodo de estudio. Las empresas “ISKAY” y “TAWA” lograron el 100% de cumplimiento para este parámetro. Para el caso del parámetro Aceites y Grasas-A&G, se observa que la empresa “KIMSA” logró un cumplimiento del 100%, mientras que la empresa

“TAWA” obtuvo el menor cumplimiento para dicho parámetro con 82.14%. El porcentaje de cumplimiento del parámetro Sólidos Suspendidos Totales-SST no superó el 90% en todos los casos evaluados. Respecto a los promedios de cumplimiento general de cada EIP, podemos decir que el EIP de la empresa “KIMSA” logró el mayor porcentaje promedio de cumplimiento de los LMP, con 94.04%. Finalmente, el promedio general calculado para todos los EIP en el periodo 2012-2018 es de 90.14%, ver Tabla 33.

**Tabla 33.** Porcentaje de cumplimiento de los LMP aprobados mediante D.S. N° 010-2008-PRODUCE, para el periodo 2012-2018.

<b>CUMPLIMIENTO DE LOS LMP (%)</b>				
<b>EMPRESA</b>	<b>pH</b>	<b>A Y G</b>	<b>SST</b>	<b>Promedio (%)</b>
HUK	94.44	88.89	88.89	90.74
ISKAY	100.00	90.00	76.67	88.89
KIMSA	92.86	100.00	89.26	94.04
TAWA	100.00	82.14	78.57	86.90
<b>Promedio total (%)</b>				<b>90.14</b>

En general, se puede apreciar que los porcentajes altos de cumplimiento a los LMP tienen relación con la implementación de los PMA, pues a partir de esta se reducen los incumplimientos a los LMP en los informes presentados por los EIP evaluados. Además, se puede ver que las concentraciones de los parámetros A&G y SST disminuyen según se terminó de implementar los PMA.

Respecto a los porcentajes de cumplimiento de los LMP por parámetro, tenemos que para el caso del pH se obtuvo 96.83%, para el parámetro A&G se obtuvo 90.25% y para el parámetro SST un porcentaje de cumplimiento de los LMP igual a 83.35%.

#### 3.3.4.2. Porcentaje de cumplimiento del LMP para DBO<sub>5</sub> según norma de Ecuador.

Respecto al parámetro DBO<sub>5</sub>, se pudo observar que los EIP estudiados no cumplen con el valor de LMP establecido en la normativa referencial del Ecuador para el periodo 2012 – 2018. Comparativamente, el valor de LMP utilizado para el parámetro DBO<sub>5</sub> en Ecuador es muy inferior a las concentraciones promedio calculadas para cada EIP. Sin embargo, se pudo apreciar que los valores reportados van disminuyendo con el paso de los años, en relación a la implementación de los sistemas de tratamiento. Cabe mencionar que los sistemas de tratamiento de efluentes implementados por los EIP tuvieron como objetivo alcanzar los LMP, los cuales no contemplaron el parámetro DBO<sub>5</sub>, por tal motivo no se implementaron equipos específicos para reducir la carga orgánica de los efluentes.



### 3.3.5. Mejora tecnológica y carga contaminante promedio.

El grado de mejora debido a la implementación de los sistemas de tratamiento de efluentes de cada IGA se calculó entre la concentración promedio de los parámetros A&G y SST de cada uno de los EIP, obtenidas el primer año evaluado y los años después de la implementación de las mejoras tecnológicas. Además, se presenta junto con los porcentajes de cumplimiento de LMP anteriormente calculados, a las cargas contaminantes totales, para los parámetros A&G y SST; y a las cargas contaminantes recuperadas gracias a la mejora tecnológica en los EIP evaluados. El porcentaje de mejora, así como la Carga Contaminante Total – CCT y la Carga Contaminante Recuperada – CCR se calcularon según lo indicado en la metodología del punto 4.2. del presente trabajo. Los anexos 5, 6, 7 y 8 presentan las cargas contaminantes anuales por cada EIP.

#### **EIP-CHI: “HUK”**

En la Tabla 34 se puede observar que la mejora para los parámetros A&G y SST fue de 99.02% y 89.64% respectivamente. Según estos valores, el tratamiento implementado relacionado a la remoción de aceites y grasas presenta el mayor porcentaje de mejora. Esta situación tiene relación con el porcentaje de cumplimiento de los LMP anteriormente calculado, que para dicho parámetro fue de 88.89%. Asimismo, dicho parámetro presentó menor carga contaminante total (CCT) vertida en el periodo evaluado. En total se vertieron 1347.48 toneladas de contaminantes en todo el periodo evaluado, sin embargo, se recuperaron 2725.42 toneladas entre aceites, grasas y sólidos debido a las mejoras tecnológicas.

**Tabla 34.** Grado de mejora y carga contaminante del EIP “HUK”

<b>PARÁMETRO</b>	<b>VF (mg/L)</b>	<b>VI (mg/L)</b>	<b>MEJORA (%)</b>	<b>CUMPL. LMP (%)</b>	<b>C.C.T (Toneladas)</b>	<b>C.C.R. (Toneladas)</b>
A&G (mg/l)	21.11	2161.42	99.02	88.89	368.85	994.29
SST (mg/l)	444.97	4296.67	89.64	88.89	978.63	1731.13

#### **EIP-CHI: “ISKAY”**

En la Tabla 35 se puede observar que la mejora para los parámetros A&G y SST fue de 97.82% y 93.79% respectivamente. Para el parámetro SST se entiende que a pesar de presentar un grado de mejora alto no necesariamente cumplió siempre con los LMP. El mayor porcentaje de mejora es para el parámetro A&G, que corresponde también con el mayor cumplimiento de LMP y la menor carga contaminante. En total se vertieron 632.86

toneladas de contaminantes en todo el periodo evaluado, sin embargo, se recuperaron 1061.85 toneladas entre aceites, grasas y sólidos debido a las mejoras tecnológicas.

**Tabla 35.** Grado de mejora y carga contaminante del EIP “ISKAY”

PARÁMETRO	VF (mg/L)	VI (mg/L)	MEJORA (%)	CUMPL. LMP (%)	C.C.T (Toneladas)	C.C.R. (Toneladas)
A&G (mg/l)	33.56	1539.8 3	97.82	90.00	143.63	327.28
SST (mg/l)	248.33	4001.6 7	93.79	76.67	489.23	734.57

#### EIP-CHI: “KIMSA”

En la Tabla 36 se puede observar que la mejora para los parámetros A&G y SST fue de 65.95% y 4.80% respectivamente. Los porcentajes de mejora resultan bajos debido a que el EIP “KIMSA” empezó a implementar los sistemas de tratamiento antes del inicio del periodo evaluado. La carga contaminante para el parámetro A&G es la menor, lo cual se relaciona con un cumplimiento del 100% de los LMP. En total se vertieron 696.86 toneladas de contaminantes en todo el periodo evaluado, sin embargo, se recuperaron 714.91 toneladas entre aceites, grasas y sólidos debido a las mejoras tecnológicas.

**Tabla 36.** Grado de mejora y carga contaminante del EIP “KIMSA”

PARÁMETRO	VF (mg/L)	VI (mg/L)	MEJORA (%)	CUMPL. LMP (%)	C.C.T. (Toneladas)	C.C.R. (Toneladas)
A&G (mg/l)	73.07	214.60	65.95	100.00	67.12	156.10
SST (mg/l)	1087.13	1141.93	4.80	89.26	628.97	558.81

#### EIP-CHI: “TAWA”

En la Tabla 37 se puede observar que la mejora en los parámetros A&G y SST fue de 98.71% y 93.27% respectivamente. Los grados de mejora alcanzados para los parámetros A&G y SST resultan superiores al 90%, lo cual evidencia una mejora sustancial en la remoción de estos contaminantes. Esta situación tiene relación con los porcentajes de cumplimiento de los LMP anteriormente calculados, los cuales también fueron altos. En total se vertieron 542.7 toneladas de contaminantes en todo el periodo evaluado, sin embargo, se recuperaron 1401.27 toneladas entre aceites, grasas y sólidos debido a las mejoras tecnológicas.

**Tabla 37.** Grado de mejora y carga contaminante del EIP “TAWA”

<b>PARÁMETRO</b>	<b>VF (mg/L)</b>	<b>VI (mg/L)</b>	<b>MEJORA (%)</b>	<b>CUMPL. LMP (%)</b>	<b>C.C.T. (Toneladas)</b>	<b>C.C.R. (Toneladas)</b>
A&G (mg/l)	31.94	2470.33	98.71	82.14	140.84	473.22
SST (mg/l)	359.89	5350.17	93.27	78.57	401.86	928.05

Finalmente, tenemos que se vertieron a través de los efluentes industriales tratados un total de 720.24 toneladas de aceites y grasas; y 2490.69 toneladas de sólidos suspendidos. Se recuperó un total de 1950.89 toneladas de aceites y grasas; y 3952.56 toneladas de sólidos suspendidos. En total, los EIP evaluados vertieron al mar 3210.93 toneladas de contaminantes en todo el periodo de estudio. Debido a las mejoras tecnológicas, se logró recuperar en todo el periodo 5903.45 toneladas de aceites, grasas y sólidos; los cuales son aprovechados en el proceso productivo para mejorar el rendimiento.

#### 4.3.5. Resultados de los monitoreos realizados por OEFA.

Los resultados de los monitoreos realizados por el OEFA a los EIP evaluados se presentan a continuación, junto con los resultados obtenidos para los mismos meses en los informes de monitoreo presentados por los EIP.

#### **EIP-CHI “HUK”**

Los resultados de los monitoreos presentados por OEFA y los resultados obtenidos en el monitoreo del mismo mes presentado por el EIP se muestran en la Tabla 38. Ninguno de los parámetros superó los LMP.

**Tabla 38.** Resultados de monitoreo OEFA para el EIP “HUK”

<b>EIP-CHI "HUK"</b>						
<b>REFERENCIA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FECHA</b>	<b>pH</b>	<b>DBO5 (mg/L)</b>	<b>A&amp;G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
MONITOREO DE OEFA	71402/2018	7/12/2018	5.61	1717.67	0.102	367.33
MONITOREO DEL EIP HUK	20181205-005	5/12/2018	5.69	2346.00	20.00	187.00
LMP	---		5 - 9	---	350	700

### EIP-CHI "ISKAY"

Los resultados de los monitoreos presentados por OEFA y los resultados obtenidos en el monitoreo del mismo mes presentado por el EIP se muestran en la Tabla 39. Se observa que según lo reportado por OEFA, el parámetro SST superó el LMP establecido.

**Tabla 39.** Resultados de monitoreo OEFA para el EIP "ISKAY"

<b>EIP-CHI "ISKAY"</b>						
<b>REFERENCIA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FECHA</b>	<b>pH</b>	<b>DBO5 (mg/L)</b>	<b>A&amp;G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
OEFA	71287/2018	6/12/2018	5.43	5875	25.65	961
EIP ISKAY	MA1826968	11/12/2018	5.90	472.77	0.40	279.33
LMP	---		5 - 9	---	350	700

### EIP-CHI "KIMSA"

Los resultados de los monitoreos presentados por OEFA y los resultados obtenidos en el monitoreo del mismo mes presentado por el EIP se muestran en la Tabla 40. Se observa que según lo reportado por OEFA, el parámetro SST superó el LMP establecido.

**Tabla 40.** Resultados de monitoreo OEFA para el EIP "KIMSA"

<b>EIP-CHI "KIMSA"</b>						
<b>REFERENCIA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FECHA</b>	<b>pH</b>	<b>DBO5 (mg/L)</b>	<b>A&amp;G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
OEFA	71403/2018	7/12/2018	5.17	5291.67	2.01	1163.667
EIP KIMSA	20181205-011	4/12/2018	5.59	2993.67	20.67	118.00
LMP	---		5 - 9	---	350	700

### EIP-CHI "TAWA"

Los resultados de los monitoreos presentados por OEFA y los resultados obtenidos en el monitoreo del mismo mes presentado por el EIP se muestran en la Tabla 41. Se observa que según lo reportado por OEFA, el parámetro SST superó el LMP establecido.

**Tabla 41.** Resultados de monitoreo OEFA para el EIP "TAWA"

<b>EIP-CHI "TAWA"</b>						
<b>REFERENCIA</b>	<b>INFORME DE ENSAYO</b>	<b>FECHA</b>	<b>pH</b>	<b>DBO5 (mg/L)</b>	<b>A&amp;G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
OEFA	70661/2018	4/12/2018	6.17	17043.43	288	3186
EIP TAWA	20181205-017	5/12/2018	5.55	4104.00	70.00	427.33
LMP	---		5 - 9	---	350	700

Según esta información, tenemos que los EIP “ISKAY”, “KIMSA” y “TAWA” incurrieron en incumplir los LMP para el parámetro SST en el mes de diciembre del año 2018. La Tabla 42 presenta los porcentajes de cumplimiento a los LMP considerando los 3 incumplimientos detectados por OEFA. Tenemos que el promedio total de cumplimiento resulta 89.27%.

**Tabla 422.** Porcentaje de cumplimiento de los LMP en los EIP evaluados, incluyendo los resultados de OEFA.

<b>CUMPLIMIENTO DE LOS LMP (%)</b>				
<b>EMPRESA</b>	<b>pH</b>	<b>A Y G</b>	<b>SST</b>	<b>Promedio (%)</b>
HUK	94.44	88.89	88.89	90.74
ISKAY	100	90	73.33	87.78
KIMSA	92.86	100	85.71	92.86
TAWA	100	82.14	75	85.71
<b>Promedio total (%)</b>				<b>89.27</b>

### 3.3.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Sobre el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento implementados por cada planta tenemos que el EIP “HUK” presenta una mejor relación entre efluente generado por tonelada procesada -toneladas métricas- (T.M.), con un valor de 0.92 m<sup>3</sup>/ton. Sin embargo, en el año 2018 trabajó a una capacidad mayor de la considerada en el diseño de los sistemas de tratamiento. Esto ocasionó que supere en 19.81% el volumen máximo de vertimiento autorizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para sus efluentes industriales tratados. Por otro lado, tenemos que el EIP “ISKAY” no superó en ningún año evaluado el volumen autorizado por la ANA, pero trabajó a un nivel mayor de su capacidad de diseño en 4 de los 6 años evaluados, lo cual indica que el dimensionamiento no fue el adecuado. Los EIP “KIMSA” y “TAWA” no superaron la capacidad máxima de procesamiento, tampoco los vertimientos autorizados por la ANA, con una relación efluente generado por tonelada procesada igual a 1.09 m<sup>3</sup>/ton. para ambos EIP lo que indica un adecuado dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de efluente.

Trabajar a una capacidad mayor de materia prima puede generar problemas con los sistemas de tratamiento pues estos fueron diseñados en función de dicha capacidad. De manera complementaria el volumen de vertimiento autorizado por la ANA está directamente relacionado con la capacidad del cuerpo marino receptor en poder disipar los contaminantes, por tal motivo al ser superado se incide negativamente en el ecosistema marino. Estos dos aspectos, la materia prima procesada y los volúmenes de efluentes vertidos, resultan de

importancia para evaluar el desempeño ambiental de un EIP, pues permiten calcular la cantidad de contaminantes (carga contaminante) vertidos al cuerpo receptor. Sin embargo, en los informes de monitoreo no se incluyen estos datos, pues, los LMP no contemplan medidas para el control de la carga contaminante.

Como se pudo evidenciar en la Tabla 16, todos los EIP incumplieron por lo menos en un año con la presentación de los informes de monitoreo de efluentes a OEFA, en base a que operaron una mayor cantidad de meses respecto a la cantidad de informes mensuales entregados a dicha entidad. Este hecho configura un incumplimiento fiscalizable por la autoridad, aunque, es preciso indicar que la no presentación es subsanable si se acredita haber realizado el monitoreo correspondiente. No obstante, no se cuenta con información sobre los informes de monitoreo faltantes, por lo cual se entiende que los EIP, además de no presentar los informes, no habrían realizado dichos monitoreos.

Respecto a las concentraciones de los parámetros de la calidad de efluentes y el cumplimiento de los LMP, podemos observar que las concentraciones de los parámetros aceites y grasas (A&G) y sólidos suspendidos totales (SST), principalmente, van disminuyendo a través de los años evaluados, producto de la implementación de los PMA. Los porcentajes de cumplimiento de los LMP en todo el periodo resultaron altos. La mayoría de casos que superaron los LMP ocurrieron dentro del periodo de adecuación contemplado en las normas, lo cual significaría que dichos incumplimientos no sean sancionables. En las evaluaciones realizadas por Coronado (2018) a la bahía del Callao y por Cabral (2020) a la bahía de Chimbote, se utilizan los promedios anuales de la concentración de cada parámetro para analizar también el cumplimiento de los LMP entre cada EIP. Sin embargo, este método no toma en cuenta la alta variabilidad de los datos, en especial para los parámetros SST y A&G. Esta situación genera que al comparar el promedio anual con el LMP se pueda omitir un incumplimiento producto de un valor que sí supere los LMP pero que no se pueda apreciar por el uso de esta medida estadística.

Respecto a la variabilidad de los datos evaluados, se obtuvo que para los parámetros DBO<sub>5</sub>, A&G y SST los coeficientes de variabilidad resultaron elevados, sin mostrar relación con el aumento o disminución de materia prima a procesar. Para el caso del pH, la variabilidad fue pequeña.

Sobre la correcta aplicación de los LMP (D.S. N°010-2008-PRODUCE) en el periodo de estudio, es importante señalar que la norma establece un plazo “no mayor a cuatro años”

para empezar a cumplir con los límites, contados a partir de la aprobación de los PMA. Este plazo no es por defecto cuatro años, sino que está sujeto al cronograma de implementación del PMA aprobado, que es específico para cada EIP. No obstante, Pérez (2019), en su estudio realizado a la bahía de Chancay (2011-2017), tomó el mismo año de aplicación de los LMP para todos los EIP y utilizó sólo la “Columna III” a partir de dicho año, lo que generaría sesgos en los resultados finales sobre el cumplimiento de los LMP. En los casos de Coronado (2018) y Cabral (2020), se utilizó sólo la “Columna III” de los LMP para todo el periodo evaluado (2012-2016), omitiendo el periodo de adecuación de cada EIP y la aplicación de la “Columna II”. Esta situación también ocasiona sesgos en los resultados finales sobre el cumplimiento de los LMP. Por tales motivos, resulta imperativo hacer un análisis de los instrumentos de gestión ambiental de cada EIP para poder aplicar correctamente esta norma (se entiende que para periodos posteriores se utilizarán los nuevos LMP del D.S. N°010-2018-MINAM).

En cuanto a la determinación de la “zona de protección ambiental litoral”, se pudo constatar que en ningún caso fue calculada por los EIP para el diseño de sus emisores submarinos. Se utilizaron en cambio, estudios de dispersión de contaminantes que determinaron a qué longitud se pueden descargar los efluentes manteniendo los valores de ECA. Dichos estudios, así como otros aspectos de la instalación del emisario submarino, son evaluados por la ANA y DICAPI, quienes remiten opinión vinculante a PRODUCE en el proceso de certificación ambiental. En la actualización de los LMP (D.S. N°010-2018-MINAM) se elimina el cálculo de la “zona de protección ambiental litoral”.

En este trabajo sólo se utilizaron los promedios anuales de las concentraciones de los parámetros evaluados para calcular la cantidad promedio (toneladas) de contaminantes vertidos por cada EIP al cuerpo marino receptor. Los valores obtenidos en este cálculo dan una referencia más tangible sobre la intensidad de las descargas al mar de los efluentes industriales pesqueros, y sobre todo el material que podría ser aprovechado por los EIP si mejoran sus sistemas de tratamiento. Al respecto, se encontró que el EIP “HUK” generó la mayor carga contaminante promedio descargada durante el periodo evaluado, con 368.85 toneladas de aceites y grasas, y 978.63 toneladas de sólidos suspendidos; a pesar de no ser el EIP con mayor producción. Sin embargo, no se ha incluido la carga contaminante como criterio de fiscalización ambiental. Cabe resaltar que la cantidad total de contaminantes vertidos (3210.93 toneladas) por los EIP en todo el periodo evaluado, provenientes de los

parámetros A&G y SST, es menor a la cantidad calculada total de contaminantes recuperados de los efluentes (5903.45 toneladas).

Sobre el parámetro DBO<sub>5</sub> se pudo observar que para los EIP “HUK”, “ISKAY” y “TAWA” las concentraciones promedio fueron disminuyendo a lo largo del periodo evaluado, sin presentar cambios radicales. El EIP “KIMSA” presentó valores semejantes en todos los años evaluados. Ninguno de los EIP cumplió con el valor límite utilizado de referencia (400 mg/L) presente en la normativa ecuatoriana. Entre los diferentes LMP revisados para este parámetro, se optó por utilizar el límite mencionado debido a ser el único que es de aplicación para descargas líquidas fuera de la zona de rompientes (zona litoral), a través de emisarios submarinos. Este parámetro al no estar en los LMP no genera interés por los EIP en cuanto a su control, debido a ello no se pueden evidenciar cambios notables en las concentraciones de este parámetro. Sin embargo, los protocolos de monitoreo de efluentes de los EIP incluyen al DBO<sub>5</sub> dentro de los parámetros a monitorear obligatoriamente (R.M. N°061-2016-PRODUCE y R.M. N°271-2020-PRODUCE).

Los estudios revisados referentes a contaminación de la bahía de Chancay, Cabrera (2001) y Falcón & Yalico (2015), señalan que había una coincidencia entre las temporadas de producción de harina y la contaminación del mar. Sin embargo, estos estudios se realizaron en periodos cortos de tiempo. Además, las mediciones en el cuerpo marino receptor están influenciadas por diversos factores que hacen difícil atribuir alguna característica a un responsable en particular. La bahía de Chancay cuenta con diferentes puntos de vertimiento de efluentes, tanto domésticos como industriales, diferentes a los generados por la industria pesquera lo cual incrementa la complejidad del análisis. En lo que corresponde a OEFA, no se realizaron evaluaciones ambientales en la bahía de Chancay durante el periodo evaluado, las cuales podrían ayudar a profundizar el análisis.

Los porcentajes de mejora obtenidos en el análisis a los informes presentados por los EIP evaluados, indican que en los EIP “HUK”, “ISKAY” y “TAWA” se llegó a más del 80 % de mejora en las concentraciones de los A&G y SST. El mayor porcentaje de cumplimiento de los LMP fue para el parámetro A&G. El parámetro SST a pesar de presentar una mejora en sus concentraciones, presenta en contraste un menor porcentaje de cumplimiento del LMP. En el caso del EIP “KIMSA” los porcentajes de mejora fueron menores debido a que este EIP empezó a implementar sus mejoras antes del periodo de evaluación, no obstante, los porcentajes de cumplimiento de LMP fueron altos.



Finalmente, sobre los monitoreos realizados por OEFA, llama la atención que se superara el LMP para SST en los EIP “ISKAY”, “KIMSA” y “TAWA” cuando en el mismo mes, estas empresas reportaron valores inferiores al LMP en sus monitoreos. Los monitoreos realizados por OEFA están sujetos al mismo protocolo que los EIP y ambos utilizan laboratorios acreditados para llevar a cabo los ensayos. Los valores encontrados, que superan el LMP mencionado, constituyen incumplimientos sancionables por el OEFA. Esto significa que los EIP no necesariamente cumplen con los LMP constantemente, por tal motivo no sería correcto establecer el cumplimiento de los LMP solamente con la revisión de los informes de monitoreo presentados por las empresas. Sin embargo, en el periodo evaluado sólo se contó con 4 monitoreos realizados por OEFA en diciembre del 2018, por lo cual no es posible revisar el real cumplimiento en todos los años evaluados. Es así que, el porcentaje de cumplimiento de los LMP en general disminuye de 90.14% a 89.27%, cuando consideramos los incumplimientos detectados por OEFA. Este valor resulta menor al reportado por Pérez (2019), que obtuvo un porcentaje de cumplimiento de LMP de 91.6% en la bahía de Chancay para el periodo 2011-2017. Sin embargo, en dicho estudio se utilizaron los promedios anuales para llegar al valor de 91.6%, lo cual genera un sesgo adicional en los resultados.

#### IV. CONCLUSIONES

- El grado de cumplimiento de los LMP (D.S. N°010-2008-PRODUCE) alcanzado por los EIP-CHI evaluados fue de 89.27%. El EIP “HUK” logró un cumplimiento total de 90.74%, el EIP “ISKAY” obtuvo 87.78%, mientras que los EIP “KIMSA” y “TAWA” lograron 92.86% y 85.71% respectivamente. El EIP “KIMSA” logró el mayor porcentaje de cumplimiento para los LMP.
- Se evidenció una mejora sustancial en la calidad de los efluentes provenientes de los EIP evaluados a partir del año 2014, debido a una reducción de las concentraciones de los parámetros A&G y SST. Esta situación es propiciada por la implementación y funcionamiento de las mejoras tecnológicas a los sistemas de tratamiento de efluentes establecidas en los PMA de cada empresa.
- Todas las empresas estudiadas contemplaron la implementación de 3 fases para el tratamiento del agua de bombeo (separación de sólidos, remoción de aceites y grasas, y tratamiento químico), tal como indica la guía para la actualización de los PMA aprobada con Resolución ministerial N°181- 2009-PRODUCE.
- El EIP “ISKAY” no presentó un adecuado dimensionamiento de su sistema de tratamiento de efluentes, pues terminó procesando más pescado del estimado en el diseño inicial. Los demás EIP presentaron un adecuado dimensionamiento respecto a la materia prima a procesar anualmente.
- En total, se vertieron 248573.41m<sup>3</sup> de efluentes tratados en la bahía de Chancay durante el periodo evaluado, lo cual significó una carga contaminante para los parámetros evaluados A&G y SST de 3210.93 toneladas dispuestas en el mar y se logró recuperar en todo el periodo 5903.45 toneladas de aceites, grasas y sólidos. El EIP “HUK” fue el único que superó el volumen de vertimiento autorizado por la ANA en el año 2018.
- Desde la perspectiva de la fiscalización ambiental utilizada por OEFA, el EIP “KIMSA” fue el único que en tres ocasiones superó los LMP para el parámetro SST en sus informes de monitoreo, y en un periodo posterior a la adecuación que tuvo; por lo cual resultó en incumplimientos sancionables. De igual manera, el EIP “KIMSA” junto con los EIP

- “ISKAY” y “TAWA”, superaron el parámetro SST en los monitoreos realizados por OEFA, lo que resultó también en incumplimientos sancionables. Los demás incumplimientos sancionables están relacionados a la presentación de informes de monitoreo.
- El parámetro con mayor porcentaje de cumplimiento de los LMP, para todos los EIP evaluados, fue el pH con 96.83%; seguido del parámetro A&G con 90.25% y 80.73 para el parámetro SST.
- El parámetro DBO<sub>5</sub> superó el límite establecido en la normativa ecuatoriana (DBO<sub>5</sub>= 400 mg/L) utilizada referencialmente para los 4 EIP evaluados.
- Los monitoreos realizados en campo por el OEFA revelaron que tres de los EIP evaluados excedieron el LMP para sólidos suspendidos totales, a pesar de haber reportado en sus monitoreos valores menores al LMP en el mismo mes.

## V. RECOMENDACIONES

- Para poder evaluar el correcto cumplimiento de los LMP resulta necesario realizar mayor cantidad de monitoreos de efluentes a los EIP por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental- OEFA, a través de un mayor número de acciones de supervisión ambiental. Los monitoreos deberían cubrir todas las temporadas de pesca y veda del año. Para esto se debería incrementar el presupuesto destinado a supervisión ambiental.
- Se recomienda que el OEFA, a través de su Dirección de Evaluación, realice evaluaciones ambientales anuales en todas las bahías donde se desarrolle el procesamiento industrial pesquero, en temporadas de pesca y de veda, a fin de poder evaluar el impacto de esta actividad a través del tiempo.
- Realizar acciones conjuntas con la Autoridad Nacional del Agua y la Dirección General de Capitanías y Guardacostas en las bahías donde se desarrolle la actividad industrial pesquera, a fin de evaluar el estado y funcionamiento de los emisores submarinos presentes; así como identificar los principales puntos de vertimiento autorizados y no autorizados.
- Implementar una plataforma digital que integre la información ambiental disponible en OEFA con las bases de datos de las demás entidades públicas relacionadas como PRODUCE, MINAM, ANA, IMARPE, entre otras. Esta plataforma debería ser de libre acceso para el público, lo que facilitaría la investigación en materia ambiental y pesquera.
- Según el protocolo de monitoreo de efluentes actual, aprobado con la R.M. 271-2020-PRODUCE, continúa siendo obligatorio para los EIP reportar el monitoreo del parámetro DBO<sub>5</sub>, por lo cual se recomienda utilizar la data nacional para establecer una línea base que permita proponer un valor de LMP acorde con el contexto nacional.
- Establecer medidas de control que incluyan como criterio ambientalmente fiscalizable a las cargas contaminantes de los efluentes industriales pesqueros, considerando los volúmenes vertidos y no sólo la concentración de estos.

- Los EIP deberían analizar periódicamente los rendimientos y eficiencia de los sistemas de tratamiento que poseen a fin de realizar mejoras que permitan una mayor recuperación de sólidos, aceites y grasas. Estas mejoras tendrían que ser implementadas considerando la modificación o actualización de sus instrumentos de gestión ambiental.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcayhuaman, R.; Yaya, R. (1997) Impacto ambiental y reutilización de residuos en la industria de harina de pescado. Tesis para optar el título de Ingeniero sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. 115p. Lima, Perú.
- Austral Group S.A.A. (2018). Estudio de Impacto Ambiental para la ampliación de capacidad de una planta de harina de 100 t/h a 130 t/h. Chancay, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua – ANA (2012). Informe técnico del primer monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Chancay y Huaral. 28p. Chancay, Perú.
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. Revista interdisciplinaria de gestión ambiental. N°23. 7 p.
- Basterrechea, M. (1997) El lago de Amatitlán, década de estudios limnológicos, 1985 – 1995. Academia de ciencias médicas, físicas y naturales de Guatemala. Guatemala.
- Cabral, J. (2020) Análisis del grado de cumplimiento de la calidad de los efluentes en los EIP en la bahía de Chimbote (2012-2016). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Castro, P. (2004) Recuperación de la materia orgánica del agua de cola y su aprovechamiento como fuente de nitrógeno en suelos agrícolas. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina. 118p. Perú.
- Cabrera, C. (2001). Contaminación e impacto ambiental en la bahía de Chancay. Revista del instituto de investigación de la facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica. 4(8), 37-46. Perú
- Coloma, C. (1980). Terminología relacionada con la harina de pescado, su fabricación, almacenamiento y transporte. Pesca Perú, Gerencia Oficina Asesoría Científica. 6p. Lima, Perú.
- Coronado N. (2018) Análisis Temporal de parámetros físico-químicos de calidad de efluentes en establecimientos industriales pesqueros – Bahía del Callao (Periodo 2012-2016). Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

- Costa G. y Denegri C. (2015). Evaluación de la gestión de la calidad y propuesta de mejora para la línea de harina de pescado de la empresa Corporación Nutrimar S.A.C. – Universidad Nacional Agraria la Molina. 4-7p. Perú.
- Elías, X. (2012) Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Segunda edición. 175 p. Madrid, España.
- Falcon y Yalico. (2015). Impacto ambiental de los efluentes de la industria pesquera en las aguas de mar de la bahía de Chancay. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- FAO. (2001) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
- FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma, Italia.
- Farro, H. (1996). Industria Pesquera. Edit. Industrial Grafica. 297 p. Perú
- García-Sifuentes C. O., Pacheco R., Valdez S., Márquez- E., Lugo M.E. y Ezquerria J.M. (2009). Impacto del agua de cola de la industria pesquera: tratamientos y usos. Cyta – Journal Of Food. 67-77.
- Grados L. (1996). Análisis de Riesgos y Puntos de Control Crítico (HACCP) y su Aplicación Práctica en la Industria de Harina de Pescado. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima, Perú.
- Guillén, O.; Cárcamo, E.; Arévalo, W. & Iglesias, S. (1998). Monitoreo e Impacto Ambiental de la Contaminación de la Bahía Ferrol. 13p. Lima, Perú.
- Landeo G., Ruiz A. (1996). Producción de harina de pescado.153p.
- Lezama T., Rosillo V. (2001). Propuesta de un plan estratégico de gestión ambiental en una empresa pesquera de harina y aceite de pescado. Trabajo de investigación para optar el título de Ing. Pesquero. UNALM. 118p. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2020). Principales indicadores del sector pesquero. Recuperado de: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/fishing/>
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2008). Decreto Supremo N° 002-2008. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua. 6p. Perú.
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2015). Decreto Supremo N° 015-2015. Límites Modifican los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. 7p. Perú.

- Ministerio del Ambiente-MINAM (2017). Decreto Supremo N° 004-2017. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. 3p. Perú.
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2018). Decreto Supremo N° 010-2018. Límites Máximos Permisibles para los establecimientos industriales pesqueros de CHI y CHD. 3p. Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (1992). La Ley General de Pesca – Decreto Ley 25977. 15p. Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (2001). Decreto Supremo N°012-2001-Pe. Reglamento de la Ley General de Pesca. 167p. Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (2008). Decreto Supremo N° 010-2008. Límites Máximos Permisibles (LMP) para la industria de Harina y Aceite de Pescado y Normas Complementarias. 3 p. Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (2009). Resolución ministerial N° 181- 2009-PRODUCE. Guía para la actualización del plan de manejo ambiental para que los titulares de los establecimientos industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP). Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (2016) Resolución ministerial N°061-2016-PRODUCE. Protocolo para Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. 31p. Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (2019). Decreto Supremo N°012-2019-PRODUCE. Decreto supremo que aprueba el Reglamento de Gestión Ambiental de los Subsectores Pesca y Acuicultura. 14p. Perú.
- Ministerio de la Producción – PRODUCE (2020). Resolución ministerial N°271-2020-PRODUCE. Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. 24p. Perú.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2015). Acuerdo N° 97/A - Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Anexo 1, Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. 21 P.



- Ministerio Secretaría General de la Presidencia – Chile (2000). Decreto 90: Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Chile.
- Navarrete O. (2011). Oneproseso: Proceso Productivo Agroindustrial y Pesquero Ica – Perú. Recuperado de : <http://oneproceso.webcindario.com/indexpro2.html>
- Núñez, C. (2014) Recuperación de sólidos del agua de cola por coagulación-floculación y cuantificación de Histamina. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Pérez, M. (2019). Evaluación de parámetros físico-químicos de los efluentes industriales de empresas pesqueras de consumo humano indirecto, bahía de Chancay (2011-2017). Universidad nacional Federico Villareal. Perú.
- Presidencia de la república de Venezuela (1995). Decreto N° 883: Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. 14p. Venezuela.
- Primo, E. (2007). Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria. Volumen 2. 930 p. España.
- Sánchez, A. (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. 330 p. México.
- Sociedad Nacional de Pesquería – SNP (2020). Sector pesquero apuntalará la economía peruana en el 2020 (Nota de prensa). Recuperado de: <https://www.snp.org.pe/snp-sector-pesquero-apuntalara-la-economia-peruana-en-el-2020/>
- Tornes E., George P. (1970). Algunos aspectos de la producción de harina y aceite de pescado. Informe Técnico N°3. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero. MAC-PNUD-FAO.Caracas.32 p.
- Tornes E., George P. (1972). La recuperación de aceite y agua de cola en la elaboración de harina de pescado. Informe Técnico N°41. Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero. MAC-PNUD-FAO.30p. Caracas, Venezuela.

## **VII. ANEXOS**

**Anexo 1: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI "HUK"**

N°	Fecha de Muestreo	EIP "HUK"			
		PH	DBO (mg/L)	A y G (mg/L)	SST (mg/L)
1	18/05/2012	6.19	13331.67	93.67	725.00
2	13/06/2012	6.20	17222.33	5882.67	9246.67
3	1/12/2012	4.62	7245.33	1507.33	4731.67
4	12/12/2012	4.12	4760.33	1162.00	2483.33
5	8/01/2013	7.87	9971.00	3021.33	8316.67
6	22/05/2013	8.33	2656.67	1.00	193.33
7	18/06/2013	7.00	11550.00	2990.00	6875.00
8	13/11/2013	6.42	6240.00	144.00	2220.00
9	7/12/2013	5.72	5100.00	137.33	1636.67
10	6/01/2014	6.75	3608.33	23.00	382.67
11	28/04/2014	5.13	2081.50	31.00	181.00
12	16/05/2014	5.15	3235.67	11.33	285.33
13	10/06/2014	5.52	5340.00	9.33	495.67
14	2/07/2014	5.70	6613.33	16.00	606.67
15	9/07/2014	5.51	1326.00	36.00	718.50
16	20/04/2015	5.81	8083.33	876.33	1716.67
17	17/05/2015	6.15	4900.00	14.00	763.33
18	8/06/2015	5.39	2656.00	4.00	148.33
19	28/11/2015	5.34	2189.44	6.00	281.78
20	9/12/2015	5.53	2265.33	4.00	151.33
21	13/01/2016	5.39	2656.00	4.00	148.33
22	21/02/2016	5.39	2656.00	4.00	184.33
23	26/06/2016	5.48	2677.67	21.33	266.67
24	8/07/2016	5.56	3734.67	164.00	473.33
25	17/11/2016	5.35	3611.00	28.00	181.00
26	22/04/2017	5.64	1716.67	18.00	79.00
27	10/05/2017	5.41	1629.67	16.00	34.33
28	12/06/2017	5.76	1469.67	20.00	54.00
29	20/07/2017	5.79	2406.33	171.67	230.67
30	4/11/2017	5.84	2188.33	39.33	136.00
31	14/01/2018	5.51	1520.00	15.00	74.00
32	14/04/2018	5.72	2514.00	28.00	119.00
33	5/05/2018	5.63	2753.00	78.00	388.00
34	5/06/2018	5.47	1770.00	40.00	165.00
35	22/11/2018	5.82	2804.00	27.00	104.00
36	5/12/2018	5.69	2346.00	20.00	187.00

**Anexo 2: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI "ISKAY"**

<b>EIP "ISKAY"</b>					
<b>N°</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>PH</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>A y G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
1	21/05/2012	6.77	3197.33	307.33	1420.00
2	18/06/2012	7.78	8862.67	2772.33	6583.33
3	10/01/2013	7.47	12100.33	3033.33	7851.00
4	22/05/2013	8.08	12755.67	1450.00	3836.67
5	12/06/2013	7.37	11494.67	1301.67	4306.67
6	19/06/2013	5.40	3043.33	871.33	1150.00
7	25/06/2013	8.21	10205.33	1809.33	4376.67
8	15/11/2013	7.58	12894.33	1128.00	9086.67
9	9/12/2013	6.45	5720.00	638.00	4200.00
10	19/05/2014	5.83	1139.00	2.67	78.00
11	10/06/2014	6.05	2438.00	77.00	258.00
12	10/07/2014	5.64	1070.00	21.00	409.00
13	21/04/2015	5.82	2635.50	590.00	821.00
14	17/05/2015	6.24	2641.67	1.00	174.67
15	27/11/2015	5.57	491.33	1.00	226.33
16	13/12/2015	5.74	1119.33	1.33	101.33
17	30/06/2016	5.27	1119.60	1.73	128.00
18	15/07/2016	5.78	1555.00	6.63	195.67
19	29/11/2016	5.80	769.00	1.57	59.33
20	29/12/2016	5.80	792.97	1.57	149.33
21	2/01/2017	5.25	1376.27	1.10	215.33
22	16/05/2017	5.30	1577.50	2.20	234.67
23	14/06/2017	5.39	576.83	2.53	99.33
24	4/07/2017	5.42	1232.97	2.63	90.33
25	16/01/2018	5.63	1712.50	1.83	66.33
26	13/04/2018	5.67	106.60	5.77	218.33
27	5/05/2018	5.67	2727.50	3.30	438.00
28	2/06/2018	5.67	2673.33	6.53	686.00
29	26/11/2018	5.51	2436.67	3.67	551.67
30	11/12/2018	5.90	472.77	0.40	279.33

**Anexo 3: Resultado de los monitoreos del EIP-CHI "KIMSA"**

<b>EIP "KIMSA"</b>					
<b>N°</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>PH</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>A y G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
1	23/05/2012	6.38	3378.33	748.00	2079.00
2	18/06/2012	6.55	3048.00	310.67	2513.33
3	25/07/2012	9.07	2355.67	5.00	544.67
4	3/12/2012	4.47	422.33	7.67	328.00
5	13/12/2012	6.70	743.67	1.67	244.67
6	8/01/2013	7.88	4284.67	314.67	1906.67
7	12/06/2013	8.46	1068.67	2.33	339.00
8	19/06/2013	7.57	1481.67	2.33	412.33
9	25/06/2013	8.24	2276.67	9.00	828.33
10	15/11/2013	5.90	5260.00	37.00	1949.33
11	29/04/2014	4.86	2552.00	58.67	610.33
12	14/05/2014	5.11	1923.67	2.33	406.00
13	19/05/2014	5.37	6180.67	159.00	1783.33
14	17/05/2015	5.02	3077.00	10.33	291.33
15	8/06/2015	5.05	3150.00	11.00	764.00
16	7/07/2015	5.10	3616.00	17.33	533.67
17	29/06/2016	5.76	3250.67	23.33	363.00
18	30/06/2016	5.65	1519.33	18.67	109.33
19	12/07/2016	5.63	3740.00	19.00	450.00
20	24/11/2016	5.69	1651.33	18.33	86.67
21	4/12/2016	5.69	1621.00	15.00	141.00
22	28/04/2017	5.46	2041.00	138.00	247.00
23	23/05/2017	5.88	1759.33	34.33	78.33
24	23/07/2017	5.55	1756.00	25.00	112.00
25	16/01/2018	6.70	1658.00	16.00	62.00
26	5/05/2018	6.16	1870.00	21.00	75.00
27	5/06/2018	5.41	2500.00	40.00	219.00
28	20/11/2018	6.20	1668.00	11.00	64.00
29	4/12/2018	5.59	2993.67	20.67	118

**Anexo 4:** Resultado de los monitoreos del EIP-CHI "TAWA"

<b>EIP "TAWA"</b>					
<b>N°</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>	<b>PH</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>A y G (mg/L)</b>	<b>SST (mg/L)</b>
1	21/05/2012	6.68	6609.67	2034.67	4623.67
2	15/06/2012	7.33	9373.00	2906.00	6076.67
3	8/01/2013	6.03	7648.00	2046.67	5539.00
4	29/05/2013	7.55	7750.00	869.00	3333.33
5	17/06/2013	8.41	11258.00	2567.00	5021.50
6	9/12/2013	6.49	8962.50	1725.00	6090.00
7	14/05/2014	5.58	3017.67	3.33	35.67
8	26/06/2014	5.33	3723.00	23.00	361.00
9	9/07/2014	5.45	4824.00	69.50	683.00
10	21/04/2015	5.36	4242.67	77.00	528.67
11	17/05/2015	5.49	6206.67	54.67	618.67
12	9/06/2015	5.16	3207.67	6.00	599.00
13	27/11/2015	5.24	3738.33	3.00	776.67
14	10/12/2015	5.21	3154.00	11.00	1165.00
15	26/06/2016	5.73	2497.33	31.00	238.67
16	2/07/2016	5.86	4371.00	18.33	323.33
17	29/11/2016	5.41	2013.00	23.00	267.67
18	4/12/2016	5.81	2615.33	44.00	313.33
19	6/01/2017	5.55	1887.67	27.00	136.67
20	23/04/2017	5.53	2677.00	148.67	229.67
21	11/05/2017	5.61	2373.33	51.00	204.67
22	13/06/2017	5.74	1587.33	42.67	173.00
23	20/07/2017	5.67	2024.67	27.33	155.33
24	23/01/2018	6.77	2494.67	87.67	87.67
25	14/04/2018	5.45	2477.00	57.00	218.67
26	5/05/2018	5.87	3323.00	29.00	334.00
27	3/06/2018	5.46	3545.33	55.33	252.00
28	24/11/2018	5.46	2912.33	43.67	229.33
29	3/12/2018	5.55	4104.00	70.00	427.33

**Anexo 5:** Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI "HUK"

<b>DBO5 - EIP "HUK"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE PROM.</b>
2012	10639.92	85663.04	911.45
2013	7103.53	124085.92	881.45
2014	3700.81	77677.44	287.47
2015	4018.82	85674.08	344.31
2016	3067.07	59431.08	182.28
2017	1882.13	47311.00	89.05
2018	2284.50	150824.80	344.56
TOTAL	---	630667.36	3040.56

<b>A&amp;G - EIP "HUK"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	2161.42	85663.04	185.15
2013	1258.73	124085.92	156.19
2014	21.11	77677.44	1.64
2015	180.87	85674.08	15.50
2016	44.27	59431.08	2.63
2017	53.00	47311.00	2.51
2018	34.67	150824.80	5.23
TOTAL	---	630667.36	368.85

<b>SST - EIP "HUK"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	4296.67	85663.04	368.07
2013	3848.33	124085.92	477.52
2014	444.97	77677.44	34.56
2015	612.29	85674.08	52.46
2016	250.73	59431.08	14.90
2017	106.80	47311.00	5.05
2018	172.83	150824.80	26.07
TOTAL	---	630667.36	978.63

**Anexo 6:** Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI "ISKAY"

<b>DBO5 - EIP "ISKAY"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	6030.00	30679.56	185.00
2013	9744.81	61327.50	597.62
2014	1549.00	31901.52	49.42
2015	1721.96	35224.68	60.66
2016	1059.14	20568.30	21.78
2017	1190.89	36969.90	44.03
2018	1688.23	89151.06	150.51
TOTAL	---	305822.52	1109.01

<b>A&amp;G - EIP "ISKAY"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	1539.83	30679.56	47.24
2013	1461.67	61327.50	89.64
2014	33.56	31901.52	1.07
2015	148.33	35224.68	5.22
2016	2.88	20568.30	0.06
2017	2.12	36969.90	0.08
2018	3.58	89151.06	0.32
TOTAL	---	305822.52	143.63

<b>SST - EIP "ISKAY"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	4001.67	30679.56	122.77
2013	4972.52	61327.50	304.95
2014	248.33	31901.52	7.92
2015	330.83	35224.68	11.65
2016	133.08	20568.30	2.74
2017	159.92	36969.90	5.91
2018	373.28	89151.06	33.28
TOTAL	---	305822.52	489.23



**Anexo 7:** Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI "KIMSA"

<b>DBO5 - EIP "KIMSA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	1989.60	137735.15	274.04
2013	2874.33	191533.71	550.53
2014	3552.11	111830.73	397.24
2015	3281.00	191602.38	628.65
2016	2356.47	87318.06	205.76
2017	1852.11	96099.85	177.99
2018	1924.00	224033.15	431.04
TOTAL	---	1040153.03	2665.24

<b>A&amp;G - EIP "KIMSA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	214.60	137735.15	29.56
2013	73.07	191533.71	13.99
2014	73.33	111830.73	8.20
2015	12.89	191602.38	2.47
2016	18.87	87318.06	1.65
2017	65.78	96099.85	6.32
2018	22.00	224033.15	4.93
TOTAL	---	1040153.03	67.12

<b>SST - EIP "KIMSA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	1141.93	137735.15	157.28
2013	1087.13	191533.71	208.22
2014	933.22	111830.73	104.36
2015	529.67	191602.38	101.49
2016	230.00	87318.06	20.08
2017	145.78	96099.85	14.01
2018	105.00	224033.15	23.52
TOTAL	---	1040153.03	628.97

**Anexo 8:** Carga contaminantes promedio anual del EIP-CHI "TAWA"

<b>DBO5 - EIP "TAWA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	7991.33	23544.00	188.15
2013	8904.63	41381.85	368.49
2014	3854.89	28378.15	109.39
2015	4109.87	42924.20	176.41
2016	2874.17	20702.37	59.50
2017	2110.00	29271.95	61.76
2018	3142.72	62370.89	196.01
TOTAL	---	248573.41	1159.73

<b>A&amp;G - EIP "TAWA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	2470.33	23544.00	58.16
2013	1801.92	41381.85	74.57
2014	31.94	28378.15	0.91
2015	30.33	42924.20	1.30
2016	29.08	20702.37	0.60
2017	59.33	29271.95	1.74
2018	57.11	62370.89	3.56
TOTAL	---	248573.41	140.84

<b>SST - EIP "TAWA"</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>VOLUMEN DE EFLUENTES VERTIDOS (m3)</b>	<b>CARGA CONTAMINANTE ANUAL PROMEDIO</b>
2012	5350.17	23544.00	125.96
2013	4995.96	41381.85	206.74
2014	359.89	28378.15	10.21
2015	737.60	42924.20	31.66
2016	285.75	20702.37	5.92
2017	179.87	29271.95	5.27
2018	258.17	62370.89	16.10
TOTAL	---	248573.41	401.86