

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**“MEJORA DEL SISTEMA DE REÚSO DE AGUA EN UNA PLANTA DE LICUEFACCIÓN  
DE GAS, EN EL DESIERTO COSTERO PERUANO”**

**TESIS PARA OPTAR  
TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

**CALDERON BARTRA JOSE LUIS FRANCO**

**ASESOR**

**DR: GOMEZ LORA JHON WALTER**

**JURADO**

**DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO**

**MG. GUILLEN LEON ROGELIA**

**MG VENTURA BARRERA CARMEN LUZ**

**ING. ROJAS LEON GLADYS**

**LIMA - PERU**

**2018**

## DEDICATORIA

*A mis abuelos Ramón, Rosario, Humberto y Juana. A mis padres José Luis y Marieta y a mi hermana Marieta Cristina, porque sin ellos no tendría motivo. Por ellos, para ellas, con Dios, María y Jesús.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mis eternos agradecimientos a la Universidad Nacional Federico Villarreal no solo porque aprendí lo necesario para desenvolverme en el mundo competitivo de la Ingeniería Ambiental, sino por todos los retos que significa desarrollarse dependiendo del Estado. A los mejores padres José Luis Calderón y Marieta Bartra por el continuo apoyo, a la Compañía Operadora de LNG “Hunt LNG Operating Company”, al departamento QHSE al cual pertenecí y a todos los que hicieron posible ésta investigación.*

*Al Dr. Walter Gomez Lora por su oportuno asesoramiento, a mi actual jefe Ing. Carla Espejo por las facilidades brindadas para éste propósito y a todos los ingenieros y amigos que involucre en mi tesis, en especial a mi mentor, Ing. Julio Cesar Minga y a mi compañero y colega Ing. Augusto Salazar, que me proporcionaron sus enseñanzas, su soporte y experiencias para poder cumplir con tan importante misión y poder realizarme como Ingeniero.*

## RESUMEN

La alta demanda, la complejidad del tratamiento para la obtención de agua y los altos estándares de control de calidad y cumplimiento normativo ambiental, hacen del proceso de reúso del recurso hídrico, uno de los más importantes para el mantenimiento de la Planta de Licuefacción de gas Natural – Pampa Melchorita, ubicada en cañete.

El objetivo principal de la presente investigación, es aplicar una solución de ingeniería para la mejora del sistema de reúso de agua de la planta para maximizar la disponibilidad del recurso en actividades necesarias que actualmente cuentan con poca disponibilidad. Para la presente investigación, se utilizó un método no experimental, con enfoque cuantitativo y de fuente secundaria, usando los datos de calidad de agua en base a los parámetros específicos de Límites máximos permisibles (LMP) y Estándar de Calidad de Agua de Mar (ECA). Con un diseño analítico se recolecta los datos estadísticos de los diferentes parámetros físico químicos y microbiológicos antes y después de la implementación de ingeniería.

Como resultado, se obtuvo que luego de la solución de ingeniería, el volumen de agua disponible para reúso, aumento en 35%, manteniendo su aptitud para el reúso con fines de irrigación, pruebas contra incendio y control de polvo al no superar las concentraciones establecidas en los LMP y eliminando la descarga de efluente al mar.

Se concluye que la aplicación de ésta solución de ingeniería, permite mejorar la calidad de vida de los trabajadores, posibilita las pruebas contra incendio y disminuye la posibilidad de sufrir una sanción económica por contaminación. Asimismo, como aporte al proyecto, se estiman 25.6 hectáreas como el área a irrigar potencialmente.

*Palabras clave: Sistema de Tratamiento de Agua Residual, Sistema de Reúso de Agua, Estándar de calidad ambiental del agua, Límites máximos permisibles de efluentes.*

## ABSTRACT

The high demand, the treatment complexity for obtaining water and the high standards of quality control and environmental compliance, makes the water reuse process, one of the most important for the maintenance of the Natural Gas Liquefaction Plant - Pampa Melchorita, located in Cañete.

The present investigation's main objective is to apply an engineering solution for the improvement of the water reuse system augmenting the water volume available for different operational activities. For the present investigation, applies a non-experimental method, focusing on secondary data source analysis, analyzing water quality data based on the specific parameters of Maximum Allowable Limits (LMP) and Sea Water Quality Standards (ECA). With an analytic design, the statistical data is collected from different physical, chemical and microbiological parameters before and after the engineering solution.

As a result, after the engineering solution, the volume of water available for reuse increased by 35%, maintaining its quality for irrigation purposes and dust control, as it did not exceed the concentrations established in the LMP and suppressing the discharge to the sea.

In conclusion, the application of this engineering solution, allows improving workers' life quality, allows Firefighting drills and diminishes the chances of suffering an economic sanction for sea contamination, thus contributing to a sustainable environmental management. In addition, 25.6 hectares area projected as irrigation zone.

*Keywords: Waste Water Treatment System, Water Reuse System, Water environmental quality standard, Effluents maximum permissible limits.*

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
ÍNDICE.....	6
ÍNDICE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS Y MAPAS .....	9
INTRODUCCIÓN .....	11
1. CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	16
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	16
1.2. Planteamiento del problema.....	22
1.3. Objetivos .....	26
1.4. Hipótesis .....	27
1.5. Variables .....	28
1.6. Justificación e importancia .....	30
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	33
2.1. Bases teóricas .....	33
2.2. Definición de términos básicos .....	41
2.3. Marco Normativo.....	51
3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	76

4.	CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	80
5.	CAPÍTULO V: RESULTADOS .....	121
6.	CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	135
7.	CAPITULO VII: CONCLUSIONES .....	150
8.	CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES.....	152
9.	CAPITULO IX: REFERENCIAS .....	154
	ANEXOS .....	155

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las Aguas Residuales – OEFA .....	45
Tabla 2: Autorización de vertimiento de aguas residuales industriales .....	83
Tabla 3: Coordenadas del área del Sistema de Tratamiento de la PTARD .....	85
Tabla 4: Especificaciones de los sopladores .....	88
Tabla 5: Coordenadas de la Estación de Monitoreo M-4 (Cuerpo Receptor) .....	101
Tabla 6: Coordenadas de la Estación de Monitoreo M-5 (Cuerpo Receptor) .....	101
Tabla 7: Coordenadas de la Estación de Monitoreo M-6 (Cuerpo Receptor) .....	101
Tabla 8: Coordenadas del punto del vertimiento .....	102
Tabla 9: Resultados de la estación de monitoreo M-4 .....	125
Tabla 10: Resultados de la estación de monitoreo M-5 .....	126
Tabla 11: Resultados de la estación de monitoreo M-6 .....	127
Tabla 12: Resultados de monitoreo del Efluente Industrial Tratado LMP (D.S. 037-2008-PCM) .....	128
Tabla 135: Conjunto de Data de Monitoreo Luego de la Implementación de la Ingeniería (Enero – Mayo 2016) .....	131
Tabla 146: Balance de agua para reúso .....	133
Tabla 157: Distribución de reúso referencial 2016 .....	133



## ÍNDICE DE FIGURAS Y MAPAS

Figura 1: Registro de autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas.....	43
Figura 2: Fiscalización Ambiental Aguas Residuales - Industria con Planta de Tratamiento ..	46
Figura 3: Procesos de Tratamiento de las Aguas Residuales.....	47
Figura 4: Otorgamiento de autorizaciones de reúso de agua residuales tratadas.....	59
Figura 5: Otorgamiento de autorizaciones de reúso de agua residuales tratadas.....	59
Figura 6: Fiscalización de autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas .....	60
Figura 7: Ubicación de la Planta de Exportación de GNL.....	84
Figura 8: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) de 80m <sup>3</sup> .....	85
Figura 9: Sistema de Tratamiento de las aguas residuales domésticas .....	91
Figura 10: Vista en 3D de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de 80m <sup>3</sup> .....	92
Figura 11: Sistema de Tratamiento de efluentes.....	95
Figura 12: Diagrama de una unidad CPI .....	96
Figura 13: Vista de la locación del proyecto .....	104
Figura 14: Área de Separador CPI y rack de tuberías.....	104
Figura 15: Área de Separador CPI y rack de tuberías.....	105
Figura 16: Tubería 1 .....	106
Figura 17: Tubería 1 .....	106
Figura 18: Tanque de efluente tratado (existente) .....	107
Figura 19: Vista de tanque de efluente tratado (existente) .....	107
Figura 20: Tanque de almacenamiento de Agua Potable (existente).....	108
Figura 21: Cronograma de proyecto .....	111
Figura 22: Puntos Fluido Eléctrico .....	112
Figura 23: Modelo propuesto 2.....	113
Figura 24: Modelo de Tratamiento de aguas .....	114
Figura 25: ALTERNATIVA No.1 (Pampa Norte) .....	117
Figura 26: Diagrama ALTERNATIVA No.1 (Pampa Norte) .....	118
Figura 27: ALTERNATIVA No.2 (Pampa sur) .....	119
Figura 28: Diagrama ALTERNATIVA No.2 (Pampa Sur).....	120
Figura 29: Diagrama de flujo de procesos de agua y agua residual - Balance hídrico anual de planta.....	122
Figura 30: Diagrama de Flujo de Residuos Líquidos de la alternativa 2.....	123
Figura 32: Valor de pH en la Estación de Monitoreo M-4 .....	138
Figura 33: Valor de pH en la Estación de Monitoreo M-5 .....	138
Figura 34: Valor de pH en la Estación de Monitoreo M-6 .....	139
Figura 35: Valor de Aceites y Grasas en la Estación de Monitoreo M-4 .....	140
Figura 36: Valor de Aceites y Grasas en la Estación de Monitoreo M-5 .....	140
Figura 37: Valor de Aceites y Grasas en la Estación de Monitoreo M-6 .....	141
Figura 38: Valor de TPH en la Estación de Monitoreo M-4 .....	142
Figura 39: Valor de TPH en la Estación de Monitoreo M-5 .....	142

Figura 40: Valor de TPH en la Estación de Monitoreo M-6 .....	143
Figura 41: Valor de la DBO en la Estación de Monitoreo M-4.....	144
Figura 42: Valor de la DBO en la Estación de Monitoreo M-5.....	144
Figura 43: Valor de la DBO en la Estación de Monitoreo M-6.....	145
Figura 44: Valor de pH en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado .....	146
Figura 45: Valor de Aceites y Grasas en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado.....	147
Figura 46: Valor de TPH en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado .....	148
Figura 47: Valor de TPH en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado .....	149

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolla principalmente en las instalaciones de la planta de tratamiento de agua residual de grasas e hidrocarburos, denominada Interceptor de Placas Corrugadas, o CPI (Corrugated Plate Interceptor) por sus siglas en inglés, en la Planta de Licuefacción de Gas Natural, Planta Melchorita, perteneciente a Perú LNG y operada por Hunt LNG Operating Company, ubicado en el Km 169 de la Panamericana Sur – Cañete, Lima.

Como parte del proceso de reúso de agua en la planta, existe una gran demanda en el tratamiento del agua de servicio para los propósitos de riego, control de polvo y otros. El agua potabilizada sin control de calidad posee muchos peligros para la producción de una planta si no se maneja adecuadamente, uno de ellos es la contaminación pasiva del mar. La conservación de la calidad de agua es importante para el suministro de agua, su uso, también para la no alteración de los posibles cuerpos receptores, respetando los medios legales ambientales peruanos vigentes como los Límites Máximos Permisibles (LMP) y Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y para la mejora de la calidad de vida de los trabajadores.

Por ésta razón, se determina la calidad del agua tratada tanto del CPI (Interceptor de Placas Corrugadas), como del Humedal, luego de pasar por el PTAR (Planta de Tratamiento de Agua Residual, para evaluar si es posible su reutilización con fines de control de polvo, mantenimiento de áreas verdes y otros servicios.

Para la prevención de la contaminación se asegura cumplimiento de los estándares y normas ambientales aplicables y vigentes, así como también, el cumplimiento de estándares Internacionales aplicables. Controlando el tratamiento de residuos líquidos

peligrosos y reduciendo en la medida de lo posible los costos de mantenimiento de riego de áreas verdes con camiones y los costos de mantenimiento de la planta en general, también se controlan los potenciales impactos ambientales, como el vertimiento de sustancias no identificadas al mar y la minimización de partículas en suspensión a los centros poblados alrededor de la planta.

La verificación de la calidad del agua del Interceptor de Placas Corrugadas (CPI), se demuestra al obtener datos de parámetros físico químicos del agua tratada del CPI - efluente, que cumpliendo los Límites Máximos Permisibles (LMP – Normados y aprobados por el Decreto Supremo N° 037-2008-PCM), se vierten al mar cumpliendo el ECA Agua para dicho punto.

La verificación de la calidad de agua de mar, se demuestra al recopilar datos de parámetros físico químicos del agua de mar, que será comparada con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA - Normados y aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) para agua de mar (ECA Agua Categoría 2 – Extracción, cultivo y otras actividades Marino Costeras y Continentales. Subcategoría C3 – Actividades Marino Portuarias).

Siendo ambos resultados aceptables, estamos en el escenario posible de que el agua tratada del CPI sea perfectamente reutilizable, éste razonamiento, se convierte en una solución ante la falta de agua para asegurar el mantenimiento de áreas verdes en un entorno desértico y para realizar pruebas de incendio en la planta de licuefacción de gas, también en solucionar la falta de agua para el control de polvo y lavado de componentes.

Es así que se evalúa una posible solución de ingeniería, cuyo propósito es aumentar el volumen de agua para disponer de éste recurso y sirva para fines de riego o reúso en mantenimiento de áreas verdes y a la vez disminuir las posibilidades de una sanción y facilitar las pruebas contra incendio necesarias en la planta.

Un sistema de reutilización eficiente del agua es fundamental para lidiar con el aumento de la demanda de agua, y también ayuda en parte a la productividad de la planta.

Un estudio exhaustivo acerca de la optimización del agua tratada, la asignación, uso, recuperación y reutilización se lleva a cabo para justificar el reúso de aguas residuales tratadas y sea capaz de cerrar la brecha entre el aumento de la demanda futura de agua y el límite del suministro de agua. Los análisis sobre calidad de las aguas residuales tratadas, el potencial riesgo para el ecosistema marino, las reglas y directrices, y escenarios de reutilización de aguas residuales tratadas aseguran que es un suplemento seguro y a un costo factible para la compañía.

La optimización se encuentra en un sistema limitado que incluye el sistema de uso de agua regular y el sistema de reutilización propuesto.

Los resultados de las alternativas de solución, demuestran la posible optimización del reúso de agua tratada del CPI, aumentando el volumen de agua tratada de buena calidad teniendo impactos sociales y ambientales, así como económicos y eliminando el vertimiento de agua al mar lo cual se transforma en cero posibilidades de sanción por contaminación al mar.

El problema ambiental mundial de las ciudades e industrias se enfoca en resolver la contaminación, el manejo de los residuos sólidos y líquidos generados y la escasez de los recursos hídricos, fuerzan a realizar mayores investigaciones con programas y proyectos pilotos impulsados por entidades públicas y privadas con el objeto de contrarrestar el deterioro del ecosistema y propiciar las mejoras condiciones para el hábitat humano.

Con respecto a los recursos hídricos, existen iniciativas para el mejor aprovechamiento de las fuentes de agua, uso racional, y la búsqueda de fuentes alternativas de agua. Esto se muestra en los cambios legales de la Ley General de Recursos Hídricos, así como en propuestas de proyectos de desalinización de agua de los océanos para consumo humano y de tratamiento de aguas residuales para riego. En ésta investigación se determinan las condiciones del tratamiento de aguas residuales de la planta Melchorita con fines de reúso.

En el Primer Capítulo se explican los aspectos metodológicos de la investigación, se describen algunos antecedentes y se plantea el problema de la falta de agua para proceder a plantear la solución de ingeniería a dicho problema, culminando el capítulo con el planteamiento de los objetivos, hipótesis, variables y justificación del presente estudio.

El Segundo Capítulo presenta el marco teórico sobre las definiciones del tema de las aguas residuales y las diversas características físico químicas de ellas, así como el marco normativo en el Perú.

El Tercer Capítulo indica los materiales y métodos utilizados para la obtención de datos, análisis de información, la metodología utilizada para la investigación y plantea las bases para las comparaciones cualitativas de cumplimiento.

En el Cuarto Capítulo se describe el área de estudio para la implementación de la solución de ingeniería para el reúso de aguas residuales.

En el Quinto Capítulo se exponen los resultados, respondiendo a los objetivos planteados en el Primer Capítulo.

En el Sexto Capítulo se desarrolla la discusión de resultados, desarrollando las comparaciones sustento para explicar la factibilidad de la solución de ingeniería seguido de las conclusiones y recomendaciones de la investigación, las referencias bibliográficas y los Anexos.

## CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 1.1. Antecedentes de la Investigación

#### 1.1.1. Antecedentes Operativos de la Investigación

- a) Equipo Técnico de Operaciones y Mantenimiento: La planta de Osmosis inversa, procesa un estimado de 25140 m<sup>3</sup> de agua de mar al año, con un flujo de 27 m<sup>3</sup>/h, de agua de mar, filtrándola y potabilizándola para el consumo humano y de otras actividades, luego desmineralizándola para el uso de mantenimiento de equipos y lavado dentro de las instalaciones de licuefacción.

Es en el proceso de uso de agua desmineralizada, donde ocurre lo que se denomina mix, mezcla del agua con posibles sustancias de grasa e hidrocarburos u otros productos químicos propios del manejo de la planta. La poza de lavado de vehículos, las canaletas de derivación de lluvias y otras fuentes, todas se direccionan al CPI (Corrugated Plate Interceptor) para realizar el tratamiento de las posibles sustancias, eliminándolas o neutralizándolas para su disposición y vertimiento, respetando los Estándares de Calidad Ambiental y sin perturbar o alterar las condiciones marítimas del medio.

- b) Equipo Técnico de Operaciones y Mantenimiento: La planta tratamiento de aceites, grasas e hidrocarburos (CPI), trata aproximadamente 45 m<sup>3</sup> al día, la calidad del agua tratada es verificada y monitoreada mensualmente respetando los límites establecidos por la legislación nacional e internacional. Dicha agua significa un



vertimiento que siempre resulta inerte y en óptimas condiciones para su reutilización, sin embargo, es enviado directo al mar como vertimiento.

- c) Equipo HSE (Seguridad, Salud y Medio Ambiente): Las pruebas de equipo contra incendio, aumenta la demanda hídrica, lo cual lleva a un trabajo continuo de la planta RO (Osmosis inversa) para desmineralizar el agua de mar, aumentando el costo de mantenimiento; y también puede llevar a sobrepasar el límite permitido de vertimiento (sujeto a sanciones) sin contar situaciones de emergencia reales (Caso potencialmente contaminante).
- d) Equipo HSE (Seguridad, Salud y Medio Ambiente): La limitada disponibilidad de agua no permite desarrollar otras actividades de riego en la zona por las condiciones desérticas donde se ubica la población de la planta Melchorita.
- e) Equipo HSE (Seguridad, Salud y Medio Ambiente): El constante vertimiento del caudal del CPI al mar, de todas maneras, significa un riesgo potencial de contaminación, pues existe la posibilidad que algún químico no sea identificado o que no pueda ser tratado con dicho diseño teniendo como una afectación directa al mar.

La planta de Osmosis inversa, significa un costo de mantenimiento, debido a todos los insumos químicos usados para su mantenimiento, uso, y disminución de su eficiencia a lo largo del tiempo.

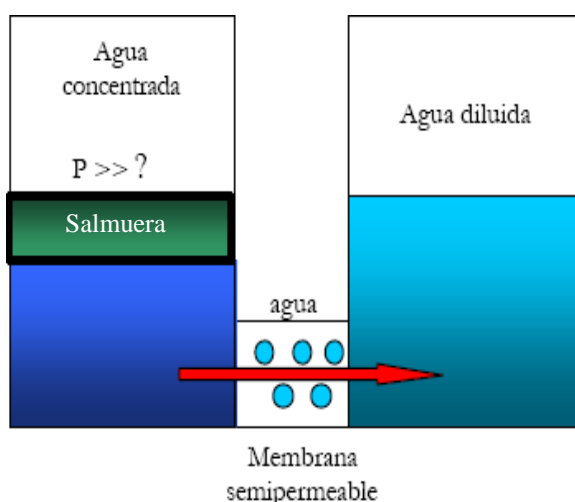
- f) Equipo Técnico de Operaciones y Mantenimiento: El caudal tratado del PTAR (Planta de Tratamiento de aguas Residuales Domésticas) es posteriormente llevado al Humedal para su Reúso, supone una cantidad limitada de agua destinada al control de polvo (importante por las condiciones desérticas en la que está ubicada planta y mitigador de partículas en suspensión) y usado también para las áreas verdes (mejora de la calidad de vida de los trabajadores)
  
- g) Equipo HSE (Seguridad, Salud y Medio Ambiente): El Humedal cuenta con un sistema biológico apto solo para una cantidad constante de agua, con un mantenimiento y reemplazo constante del material biológico.

### 1.1.2. Antecedentes cuantitativos de estudios de interés para la investigación

*Delgado García, Diana (2007). Desalinización del Agua por Osmosis Inversa Bajo la Metodología de Evaluación del ciclo de vida:*

Una membrana para realizar osmosis inversa debe resistir presiones mucho mayores a la diferencia de presiones osmóticas de ambas soluciones. EL agua a 25 C° tiene una presión osmótica de alrededor de 25 bar, pero son necesarios 70 bar para obtener permeado. Lo que se retiene es Salmuera que se devuelve al mar

*Diagrama de Osmosis Inversa y Resultados de Salmuera devuelta al mar*



Parámetro *	Unidad	Resultado
pH	Unid. de pH	7.71
Incremento de T°	°C	-
Cloro Residual	mg/l	0.02
Aceites y Grasas	mg/l	<1.0
TPH	mg/l	<0.04
DBO <sub>5</sub>	mg/l	<2
DQO	mg/l	14
Nitrógeno (NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.081
Fósforo	mg/l	0.104
Cromo Hexavalente	mg/l	<0.002
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.8
Mercurio	mg/l	<0.0001
Arsénico	mg/l	<0.004
Bario	mg/l	<0.0005
Cadmio	mg/l	<0.0003
Cromo Total	mg/l	<0.0008
Plomo	mg/l	<0.001

*Fuente: Delgado García, Diana (2007)*

Murray, A. (2003). *Desalinización de agua de mar por Osmosis Inversa*. Loughborough University, Inglaterra. 410 p.

Las concentraciones típicas de agua de mar en todo el mundo están entre 35,300 y 36,100 mg/L. La mayoría de agua se encuentran en este rango, sin embargo, aguas costeras pueden tener cifras significativamente menores de concentración, sobre todo cerca de los ríos. Así mismo el total de sólidos disueltos en el agua de mar puede variar a lo largo del mundo. En la siguiente tabla se observa los componentes que constituyen la composición del agua de mar.

COMPONENTES DEL AGUA DE MAR		
Componentes	g/Kg	mg/l
Cloruro	18.9799	19441.1
Sulfato	2.6486	2713
Bromuro	0.0646	66.2
Bicarbonato	0.1397	143.1
Fluoruro	0.0013	1.3
Sodio	10.5561	10812.6
Magnesio	1.272	1302.9
Clacio	0.4001	409.8
Potasio	0.38	389.2
Silicio	0.00201	2.1
Estroncio	0.0133	13.6
Ácido Borasico	0.026	26.6
Otros	0.00135	1.4
Total de sólidos disueltos	34.48496	35322.9
Agua	965.51504	
Total	1000	1024.3
Salinidad	34.325	
Gravedad específica a 20°C	1.0243	

*Fuente: Murray, A. (2003)*

Meléndez Sánchez, Cristian H. (2015). *Evaluación de los Parámetros de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Mina La Arena*. 92 p.

Los resultados correspondientes a la estación de Monitoreo de Agua Residual Doméstica se comparan con el D.S. N° 003-2010-MINAM “LMP Para Plantas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica”

Periodo (meses)	Temperatura (°C)	pH	STS (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Coliformes Fecales (NMP/100mL)
Junio	13.5	6.91	69	< 0.5	14.27	113	3300
Julio	18.1	7.27	20	< 0.5	< 2.0	59.93	< 1.8
Agosto	17.1	8.03	39	13.3	32.3	95.2	< 1.8
Setiembre	13.9	6.85	45	8.9	9.77	87.71	9400
Octubre	14.5	6.34	28	< 0.5	10.33	67.83	4900
Noviembre	17	7.12	31	< 0.5	4.58	55.01	4600
Diciembre	14.5	7.02	27	< 0.5	15.6	68.62	33000
<b>PROMEDIO</b>	<b>15,51</b>	<b>7,08</b>	<b>37,0</b>	<b>3,53</b>	<b>12,69</b>	<b>78,18</b>	<b>7886,23</b>

Meléndez C. (2015)

Al evaluar los parámetros de operación de los efluentes de la planta de tratamiento de agua residual doméstica, se encuentran que todos están por debajo del D.S. N° 003-2010- MINAM “LMP Para Plantas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica” y por lo tanto éste agua puede ser empleada para fines agrícolas.

## 1.2. Planteamiento del problema

### 1.2.1. Antecedentes Generales del Problema

El sistema hídrico del Perú es de un volumen anual promedio de 2046287 millones de metros cúbicos (mmc) de agua, es uno de los 20 países más ricos del mundo con 72,510 metros cúbicos/habitante/año (ANA, 2015). Su distribución espacial desigual del agua y sus diferentes estaciones y climas, tienen como resultado diferencias en la reserva del recurso: extrema aridez en la vertiente del Pacífico sur; estrés moderado en el Pacífico norte y abundancia en la vertiente del Atlántico. Esto determina que la vertiente del Pacífico, posea grandes **limitaciones** en la disponibilidad del recurso hídrico, siendo esta la locación de la planta Melchorita. (ANA, 2015)

Por lo tanto, las aguas residuales son una fuente adicional alternativa para el riego y otros usos industriales. Por razones de salud y consideraciones ambientales, las aguas residuales provenientes de los procesos industriales, no se pueden evacuar directamente a las fuentes naturales hidrológicas o reusándolas para usos agrícolas. La obligación del quien las produce es de asumir su tratamiento para poder ser vertidas al mar u otros. Sin embargo, la mayor parte de las aguas residuales generadas no son tratadas, vertiéndose directamente a los cauces naturales continentales, al mar o a falta de agua superficial se toman para usarlas con fines agrícolas. **Sólo las empresas responsables ante el ambiente, socialmente y económicamente proveen el tratamiento previo a su evacuación o descarga.**

El agua residual tratada es un recurso valioso que puede sustituir un gran volumen de agua de primer uso que no requiere la calidad del agua potable.

El impacto del tratamiento de las aguas residuales es la reducción de los riesgos para la salud pública, la reducción de la contaminación incrementando la conservación de la calidad de las aguas naturales sea superficial o subterránea.

Según la Autoridad Nacional del Agua, indica que el volumen de vertimiento anual registrado en el Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Aguas Residuales - PAVER es de alrededor de 54 m<sup>3</sup>/s de agua residual sin tratamiento a fuentes superficiales (mar, ríos, lagunas) y aproximadamente 4000 hectáreas de tierras agrícolas se riegan con aguas residuales.

### **1.2.2. Descripción del problema**

El problema planteado de la planta Melchorita es la poca disponibilidad de agua para reúso en servicios. Existe poca cantidad de agua para riego de áreas verdes y mejora de calidad de vida de los trabajadores, asimismo, existe poca cantidad de agua para control de polvo y mejora de calidad de vida de los pobladores cercanos a la planta de licuefacción.

No hay agua suficiente para asegurar las pruebas contra incendio y mantener la capacidad del tanque principal en 70%. Existe un riesgo de sanción por constante disposición al mar

La mala calidad del agua tratada que podría verterse en el mar puede llegar a ser un riesgo de salud para los pobladores de las cercanías a la planta, así como a sus trabajadores y un riesgo potencial en la contaminación del ambiente por las posibles trazas de químicos no identificados que llegan al sistema de alcantarillado y que termina en la planta de tratamiento CPI cuya configuración no está diseñada para tratar dicho elemento, significado una potencial degradación a la calidad del agua de mar.

La ineficiencia de la reutilización del agua genera altos costos de mantenimiento los que podrían convertirse en altas penalidades de parte de los organismos gubernamentales por la contaminación del ambiente y poner en riesgo a los seres humanos.

El efluente tratado se utiliza en los procesos de tratamiento, enfriamiento y lavado de equipos. Aunque la planta elabore una política de conservación y reúso del agua, se debe cumplir con los estándares y normas nacionales.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los usos de aguas residuales no tratadas con propósitos de riego ponen en riesgo la salud de las poblaciones y supone un riesgo de contaminación al suelo.
- Deficiencias en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales.
- Deficiencia en la supervisión del cumplimiento de los compromisos ambientales aprobados.
- Deficiencia en el monitoreo, control y cumplimiento de los estándares ambientales de la Planta.
- Las empresas industriales implementan un programa de Gestión Ambiental deficiente que deben fortalecerse según los criterios, metodologías y regulaciones para el reúso de las aguas residuales.

La variable condicional principal para el reúso de aguas residuales es la presencia de desechos industriales. Estos desechos impiden el proceso biológico en las fuentes naturales de agua, y podrían bioacumularse, si son para el consumo humano directo. Las regulaciones legislativas establecen que las industrias deben tratar sus aguas residuales en



locación, antes de desecharlas, pocas empresas cumplen con estas disposiciones, tomando ventajas del deficiente control de los organismos estatales.

### **1.2.3. Formulación del problema**

#### 1.2.3.1. Problema principal

¿Cómo mejorar el sistema de reúso de agua en la Planta de licuefacción de gas ubicada en el desierto costero peruano e identificar sus beneficios?

#### 1.2.3.2. Problemas secundarios

- ¿Cómo optimizar el sistema de tratamiento de aguas para aumentar cuantitativamente el volumen de agua para reúso?
- ¿Cómo asegurar cualitativamente la aptitud del agua tratada para reutilizarla?
- ¿Cuáles son los beneficios de realizar una mejora al sistema de tratamiento de agua para reúso?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- ❖ Implementar una mejora al Sistema de reúso de aguas tratadas de la Planta de Licuefacción de gas Melchorita, para maximizar el volumen de agua para reúso mediante una implementación de ingeniería con la finalidad de riego para áreas verdes, control de polvo, disminución de probabilidad de multas y pruebas contra incendio.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- 1) Determinar el volumen de agua para reúso después de implementar la solución de ingeniería.
- 2) Determinar si la calidad del agua demuestra su aptitud para reúso, luego de implementar la ingeniería.
- 3) Describir los resultados positivos de la implementación de ingeniería al sistema de reúso de aguas tratadas.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis General**

La mejora del Sistema de reúso de aguas tratadas de la planta de licuefacción de gas natural Melchorita, permitirá maximizar el volumen de agua para reutilizarla para el riego, control de polvo y otras actividades, además se reducirá el potencial de una multa por contaminación al mar por falta de tratamiento de elementos no identificados y reducirán posibles multas por falta de pruebas contra incendio.

### **1.4.2. Hipótesis específicas son:**

- La mejora del Sistema de reúso de aguas tratadas de la planta de licuefacción de gas natural Melchorita, facilitará el mantenimiento de áreas verdes en el proyecto, facilitará el control de polvo en el entorno y se asegurará la disponibilidad de agua para pruebas contra incendio debido al aumento del volumen de agua disponible para reúso.
- La mejora del Sistema de reúso de aguas tratadas de la planta de licuefacción de gas natural Melchorita mantendrá la calidad del agua tratada para reúso y será apta para su reutilización en todas las áreas identificadas para dicho fin.
- La mejora del Sistema de reúso de aguas tratadas de la planta de licuefacción de gas natural Melchorita, mejorará la calidad de vida de la

población de la Planta y del entorno, y se minimizarán potenciales sanciones al proyecto.

### 1.5. Variables

#### I. Variables de la Investigación:

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumentos</b>
Mejora del Reúso de Agua	Reúso de Agua	Capacidades de Tratamiento	Volumen de Caudales (m <sup>3</sup> / h)	Caudalímetros
		Normativa Legal Aplicable	ECA's (MAR) LMP (CPI & PETAR)	Muestreos en puntos de monitoreo (RD ANA)
		Factibilidad Técnica Ambiental de la Mejora	Cumplimiento de Parámetros	Formatos de Comparación de Parámetros Físico-Químicos

II. Variables de Objetivos Específicos:

i. Objetivo Específico 1

<b>Variable Independiente</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>
Volumen de Agua que Ingresa por Captación	Volumen de Agua Tratada para reúso	Volumen	m <sup>3</sup>

ii. Objetivo Específico 2

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>
Calidad del Agua Tratada para reúso	Concentración de parámetros menores a los LMP de Efluentes	mg/L

iii. Objetivo Específico 3

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>
Volumen de Agua tratada que retorna al mar	Volumen	m <sup>3</sup>
Volumen de Agua tratada disponible para pruebas	Volumen	m <sup>3</sup>
Calidad del Agua Tratada para fines de riego	Concentración de parámetros menores a los LMP de Efluentes	mg/L

## **1.6. Justificación e importancia**

### **1.6.1. Justificación**

Esta investigación se realizará para dar a conocer la calidad del agua tratada del CPI y su posible reúso para fines de riego, asimismo, contribuye con el cumplimiento de los lineamientos de la Política Nacional del Ambiente referente a la prevención de la contaminación, también permitirá evaluar cuánto efluente del CPI puede reusarse y en cuánto beneficia la disminución del caudal de vertimiento final hacia el mar. También posibilitará los cálculos de volúmenes disponibles para las pruebas de equipos contra incendio y estimar todos los volúmenes de agua generados en todos los procesos, y en caso de una emergencia real.

Las aguas residuales para su reúso deben tratarse para proteger la salud pública, así como conservar el ambiente. Antes de tratar cualquier agua residual se debe conocer su composición, caracterización del agua permitiendo analizar los elementos químicos y biológicos presentes y así poder diseñar una planta de tratamiento apropiada.

En Perú, los colectores mezclan todo tipo de aguas residuales haciéndose difícil la evaluación de la carga contaminante, por lo tanto, las plantas de tratamiento son genéricas y no especializadas.

Según la Resolución N° 0291-2009-ANA del 01 de Junio del 2009 provee disposiciones para el otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reúsos de aguas residuales tratadas, en el artículo 4 clasifica los cuerpos de agua de acuerdo a su calidad y en el

artículo 5 indica los valores límites para los diferentes cuerpos de agua, como Límites bacteriológicos (Coliformes fecales), Límites de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y de oxígeno disuelto (OD), Límites de sustancias potencialmente peligrosas (metales), Límites de sustancias o parámetros potencialmente perjudiciales (grasas, detergentes y carbonos activos) entre otros.

La entidad encargada de autorizar el uso de las aguas residuales es la Autoridad Nacional del Agua, y en tanto no exista normatividad de calidad deben aplicarse los estándares sanitarios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) u otras normas internacionales que el Ministerio de Salud indique, ya que las regulaciones actuales sólo establecen límites bacteriológicos para los diferentes usos, pero no los estándares microbiológicos para los distintos usos del agua residual tratada. También se debe tomar en cuenta las enfermedades asociadas al agua, como las que se originan por el agua contaminada con desechos químicos, animales y humanos, las relacionadas a los mosquitos, por escasez de agua y sanidad deficiente, entre otros.

### **1.6.2. Importancia**

La conservación de la calidad de agua y el reúso del recurso hídrico, resulta importante para PERU LNG y la empresa operadora Hunt LNG Operating Company de la Planta de Licuefacción de Gas Natural Melchorita, pues, el suministro de agua, para su uso, y para asegurar la no alteración de posibles cuerpos receptores, debe respetar los medios legales ambientales como los LMP y ECAS y a la vez, asegurar la mejora de la calidad de vida de los trabajadores y el mantenimiento y operatividad de la planta. La presente investigación resulta importante pues también contribuirá al cálculo de la disminución de generación de residuos líquidos y los costos de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua de mar.

Reducirá el riesgo de impacto ambiental-social (Partículas de polvo en suspensión que llegan a nuevos centros poblados en crecimiento). Para ellos se darán a conocer las condiciones actuales y a partir de ello se podrán plantear alternativas de solución como el control de polvo por riego. Por ello, la presente investigación es importante ya que dará a conocer cómo se puede contribuir a la mejora de la calidad de vida de muchas personas.

Lo anterior nos permite afirmar que al poca disponibilidad de agua para aplicar distintos controles en el desierto, puede resultar nocivo para la salud humana, la conservación de la calidad del agua es importante para el hombre pues es el elemento básico para la vida y es el núcleo fundamental de todo ecosistema del ambiente y de los seres vivos que habitan en éstos.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Bases teóricas**

#### **2.1.1.Límites Máximos Permisibles**

(Andaluz 2011, 41-42, De La Puente Brunke 2008, 8). Los Límites Máximos Permisibles (LMP) regulan la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o emisión de una operación, teniendo en consideración criterios específicos de la capacidad de dilución de la descarga del cuerpo receptor y que se obtienen midiéndolos directamente de la fuente contaminadora

#### **2.1.2.Estándar de Calidad Ambiental para Agua**

(Andaluz 2011, 41-42, De La Puente Brunke 2008, 8). Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecen el nivel de calidad adecuado de los cuerpos receptores como el mar, la atmósfera, un río, un lago, entre otros.

#### **2.1.3.Eliminación de Patógenos**

*Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)*, el principal objetivo del tratamiento de aguas residuales para su aprovechamiento es la eliminación de agentes patógenos. Las normas sobre la calidad de las aguas residuales y las normas para su reúso comúnmente se expresan según el máximo número permisible de bacterias coliformes fecales también de acuerdo a las normas nacionales de cada país. Los coliformes fecales, por su inminente presencia, son indicadores confiables de los agentes patógenos bacterianos. Por lo general,

las normas o regulaciones sobre la calidad de las aguas residuales que se pretende emplear para riego y otros usos contienen normas explícitas y requisitos mínimos de tratamiento (primario, secundario o terciario) según el tipo de reutilización del agua. Actualmente, el método preferido para la eliminación de agentes patógenos, a juzgar por el caso de los coliformes, es el tratamiento biológico secundario seguido del proceso de cloración cuidadosamente controlado en los efluentes.

#### **2.1.4. Presencia de sustancias químicas en aguas residuales**

*En 1993 la OMS* elaboró una guía preliminar de límites máximos para las sustancias químicas presentes en las aguas residuales que se utilizarán en el riego, el cual todavía se toma como referencia o base para la promulgación de legislaciones en cuanto a la preservación del ambiente en los diferentes países miembros. Para esto, se debe tomar en cuenta los tipos de aguas residuales en donde existe una mezcla de efluentes domésticos e industriales, lo cual constituye un factor de riesgo para la salud y debe considerarse en los modelos de uso de aguas residuales. Por ejemplo, si las aguas residuales tratadas se utilizan para el riego de cultivos y no se disminuyen los niveles de metales pesados, se acumularán a través de la cadena alimentaria.

Dicho documento preliminar elaborado por el profesor A. Chang de la Universidad de California, Riverside para la OMS, recomienda lo siguiente, entre otros:

- a. Los efluentes terciarios y secundarios conjuntamente con un programa efectivo de pretratamiento de efluentes industriales pueden aplicarse en los cultivos sin ninguna restricción si la cantidad utilizada cumple con los requerimientos de agua para cultivo.
- b. Se debe restringir la aplicación de las aguas residuales y lodos tratados ya que contienen una cantidad significativa de contaminantes químicos.
- c. Es difícil establecer límites máximos y mínimos que se aplican de manera universal ya que la exposición a la contaminación, condiciones del suelo, hábitos dietéticos y rutas de exposición difieren de país a país.

#### **2.1.5. Combatir la contaminación**

Para combatir la contaminación en las aguas residuales tratadas, se debe considerar lo siguiente en el plan de Gestión Ambiental de las empresas industriales a gran escala que requieran tener su planta de tratamiento en locación:

- a. Identificación, evaluación y cálculos de los impactos del reúso de aguas residuales tratadas.
- b. Análisis de los impactos de la actividad humana.
- c. Evaluación, registro y protección del agua utilizada para agua potable.
- d. Monitoreo y control de la condición del agua.
- e. Monitoreo de los vertederos

### **2.1.6. Contaminación de aguas residuales**

*De acuerdo a ANA*, el 82.4% de las aguas residuales generadas por las ciudades peruanas se desechan sin ningún tratamiento en ambientes acuáticos superficiales, como ríos, lagos y mares.

125,600 hectáreas se irrigan con aguas superficiales de ríos y canales que superan los 1,000 coliformes fecales por 100 ml, nivel máximo recomendado por la OMS para el riego de vegetales de consumo crudo.

### **2.1.7. Requerimiento de control del agua residual para sus diferentes usos**

Considerando que las características de un tipo de agua para un uso específico son diferentes para reutilizarla para otros propósitos, el control analítico es imprescindible mediante la contratación y comprobación de sus características físicas y químicas por la valoración de su posible incidencia negativa sobre el ambiente, y la necesidad posterior de su depuración evitando el alto grado de polución provocado por estas aguas residuales.

### **2.1.8. Aguas residuales industriales**

Son las que proceden de cualquier negocio industrial cuyo proceso de producción, transformación o manipulación utiliza agua, incluyendo líquidos residuales, aguas de proceso, aguas de refrigeración y aguas con hidrocarburos como es éste caso.

### **2.1.9. Medidas de protección para trabajadores y obreros que operan con aguas residuales**

Los trabajadores de plantas industriales que trabajan directamente con aguas residuales sin tratamiento, se exponen a un alto riesgo de contaminación con bacterias y virus patógenos y parásitos, además de la deficiente higiene personal.

Las medidas de protección deben enfocarse principalmente a los obreros que operan las plantas de tratamiento, ya que tienen contacto con las aguas residuales crudas o parcialmente tratadas. Deben utilizar botas y guantes para la operación de compuertas y remoción de sólidos y no deben ingresar a las lagunas de tratamiento.

### **2.1.10. Control de vertidos**

Los vertidos son material de desecho que las instalaciones industriales o energéticas que arrojan a vertederos o al agua. Se clasifican según su origen, urbanos o industriales.

La caracterización del vertido es la descripción física, química y biológica del efluente que se tratará determinándose una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos tanto en el laboratorio como en campo.

Según la OMS, en campo se mide temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y caudal. Además, se puede medir cloro total, residual, color, turbidez. Los parámetros más usuales en laboratorio son DQO, DBO, TOC, cloruros, nitratos, nitritos, sulfitos, amonio, nitrógeno total, detergentes, fenoles, plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos y

microbiología. Además, se puede analizar los parámetros más específicos, como la radiactividad.

#### **2.1.11. Planeamiento de un muestreo de aguas residuales**

La eficiencia en el planeamiento del muestreo determinará la validez de los trabajos posteriores como la mejora del sistema de reúso de agua en los componentes de tratamiento.

Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Selección de la locación de la toma de muestra
- b) Determinar la calidad y cantidad del efluente
- c) Toma de muestra en campo (temperatura, pH, conductividad, caudal, velocidad, etc.)
- d) Se debe etiquetar las muestras correctamente y legibles.

#### **2.1.12. Fases de las aguas residuales tratadas**

- Pretratamiento
  - Separación de grandes sólidos (Pozo de Gruesos)
  - Desbaste
  - Tamizado
  - Dilaceración
  - Desarenado
  - Desaceitado desengrasado
  - Pre aireación

- Tratamiento fisicoquímico
  - Coagulación
  - Floculación.
  - Tratamiento primario
  
- Procesos biológicos aerobios
  - Procesos de Cultivo en Suspensión (Fangos Activados).
  - Procesos de Cultivo Fijo (Lechos Bacterianos).
  
- Procesos en digestión anaerobia
  
- Desinfección de aguas residuales, métodos disponibles
  - Agentes químicos
  - Agentes físicos
  - Medios mecánicos

### **2.1.13. Proceso de tratamientos de aguas industriales**

1. Evaluar necesidad del tratamiento de aguas residuales
2. Posibilidad de un estudio
3. Análisis del proceso de producción de la industria
4. Locación de las aguas residuales
5. Análisis de la reutilización de las aguas residuales
6. Toma muestra representativa.
7. Laboratorio

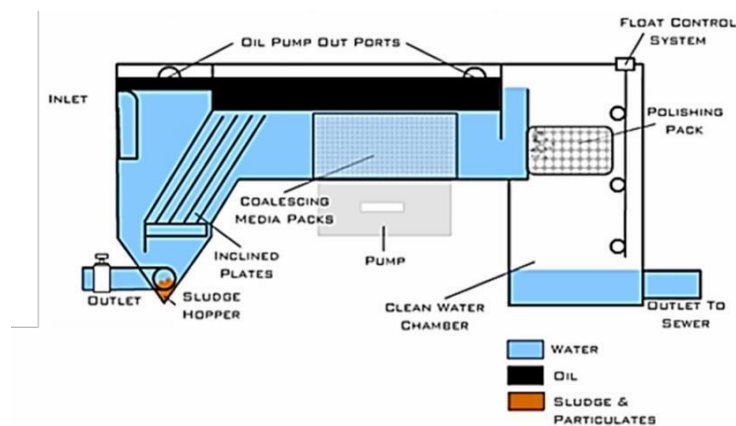
- a. Parámetros
  - b. Regulación
  - c. Pruebas de Tratamiento
8. Tratamiento fisicoquímico:
- a. Obtención de los procesos de coagulación.
  - b. Optimización de los reactivos a utilizar
  - c. Optimización de las dosis
9. Tratamiento biológico aerobio:
- a. Ensayo de degradabilidad.
  - b. Obtención de parámetros
10. Tratamiento biológico anaerobio:
- a. Ensayo de degradabilidad.
  - b. Obtención de parámetros



## 2.2. Definición de términos básicos

### 2.2.1. Corrugated Plate Interceptor (CPI)

El CPI (Interceptor placa corrugada) son separadores que se utilizan principalmente en la separación de aceite libre de sólidos producidos o agua de efluentes o suspendidos para el tratamiento de aceitosa en un Sistema de agua Grasa (OWS – Oily wáter system). El principio básico es la diferencia de gravedad entre las fases (líquido - líquido o sólido - líquido) se emplea en un OWS en la separación de las dos fases. Este fenómeno se define como "la separación por gravedad". Está claro que la fase de alta densidad se asentará y con menor densidad flotará a la superficie del fluido. En un OWS, la eficacia de esta técnica se somete a diversos factores tales como la diferencia de densidad, viscosidad del aceite, los factores del ambiente, temperatura, turbulencia, y también la naturaleza de la impureza, etc. En algunos casos de coagulación y floculación química se necesita para la eliminación de las impurezas haciéndolos más pesados. En la técnica de separación, mientras que se tiene en cuenta los factores antes referidos, afecta a la separación de impurezas, una tasa de desbordamiento ( $m^3 / m^2 / día$ ) o se llega a una velocidad de sedimentación ( $m / h$ ).



Fuente: Diana Delgado, Osmosis (2015)

### **2.2.2. Osmosis inversa**

La ósmosis inversa (RO) es una tecnología de purificación de agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar las partículas más grandes del agua potable. En la ósmosis inversa, se utiliza una presión aplicada para superar la presión osmótica, una propiedad coligativa asociada a la concentración del soluto en el agua, que, al ser impulsada por la membrana, se separa de los solutos y pasa a la parte de dosificación de cloro y otros para potabilizarla.

### **2.2.3. Calidad en el agua**

La calidad del agua es una variable fundamental del medio hídrico, tanto en lo que respecta a la caracterización ambiental como desde la perspectiva de la planificación hidrológica. Se entiende por calidad de agua al conjunto de características físicas, químicas y biológicas que hacen que el agua sea apropiada para un uso determinado. Esta definición ha dado lugar a diversa normativa, que asegura la calidad suficiente para garantizar determinados usos, pero que no recoge los efectos y consecuencias que la actividad humana que tiene sobre las aguas naturales.

A continuación, se muestra el formulario sobre la Caracterización de la Calidad de Agua otorgado por ANA para el registro de autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas.



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA

FICHA DE REGISTRO PARA LA AUTORIZACIÓN DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

PARTE VII (b): INFORME DE PUNTOS DE CONTROL - CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

A. NOMBRE DE LA CUENCA

B. ANÁLISIS QUE SUSTENTAN LA CALIDAD DEL VERTIMIENTO Y DEL CUERPO RECEPTOR

B.1 PARAMETROS ANALIZADOS	V-1	V-2	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
Indicar el número de veces que se analizaron en el año anterior						
Indicar el número de veces que se analizaron en el presente año						

PROMEDIO DE RESULTADOS DE LOS CUATRO ULTIMOS ANÁLISIS REALIZADOS (EN UNIDADES INDICADAS)

pH (unidades)						
Temperatura (°C)						
Oxígeno disuelto (mg/L)						
Demanda bioquímica de Oxígeno (mg/L)						
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)						
Sólidos suspendidos totales (mg/L)						
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)						
Aceites y Grasas (mg/l)						
CN-WAD (mg/L)						
Arsénico (mg/L)						
Cadmio (mg/L)						
Cromo (mg/L)						
Níquel (mg/L)						
Cobre (mg/L)						
Hierro (mg/L)						
Manganeso (mg/L)						
Mercurio (mg/L)						
Plomo (mg/L)						
Selenio (mg/L)						
Zinc (mg/L)						
Otros (según la naturaleza del vertimiento)						

V: Vertimiento / PC: Punto de Control

B.2. NOMBRE DEL LABORATORIO Y Nos. DE INFORMES DE ENSAYO :

(\*) Esta información deberá estar sustentada con los resultados de análisis de un laboratorio acreditado por INDECOPI.

C. Presentar fotografías individuales de los puntos de control, tanto del vertimiento final como en el cuerpo receptor, otra fotografía que muestre el conjunto de los puntos de control.

Lugar:

Fecha de llenado del Formato:

Página (8/11)

Nombre, Firma y Sello del Representante Legal

Figura 1: Registro de autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas  
Fuente: ANA RJ-218-2012

#### **2.2.4. Aguas Residuales**

La definición de las aguas residuales según el D.S.N 003-2010 MINAM LMP

“Las Aguas Residuales pueden definirse como las aguas que provienen después de su uso, las mismas que han sido alteradas en su cantidad y calidad por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.”

El tratamiento de AR consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua

Adecuar la calidad de las AR a los requisitos necesarios para disposición final o reúso

La definición de aguas residuales según la OEFA:

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

## Clasificación de las Aguas residuales

Aguas residuales domésticas	Aguas residuales municipales	Aguas residuales industriales
Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.	Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.	Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

Tabla 1: Clasificación de las Aguas Residuales – OEFA

Fuente: OEFA

## Entidades vinculadas a la fiscalización ambiental de las **AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ**

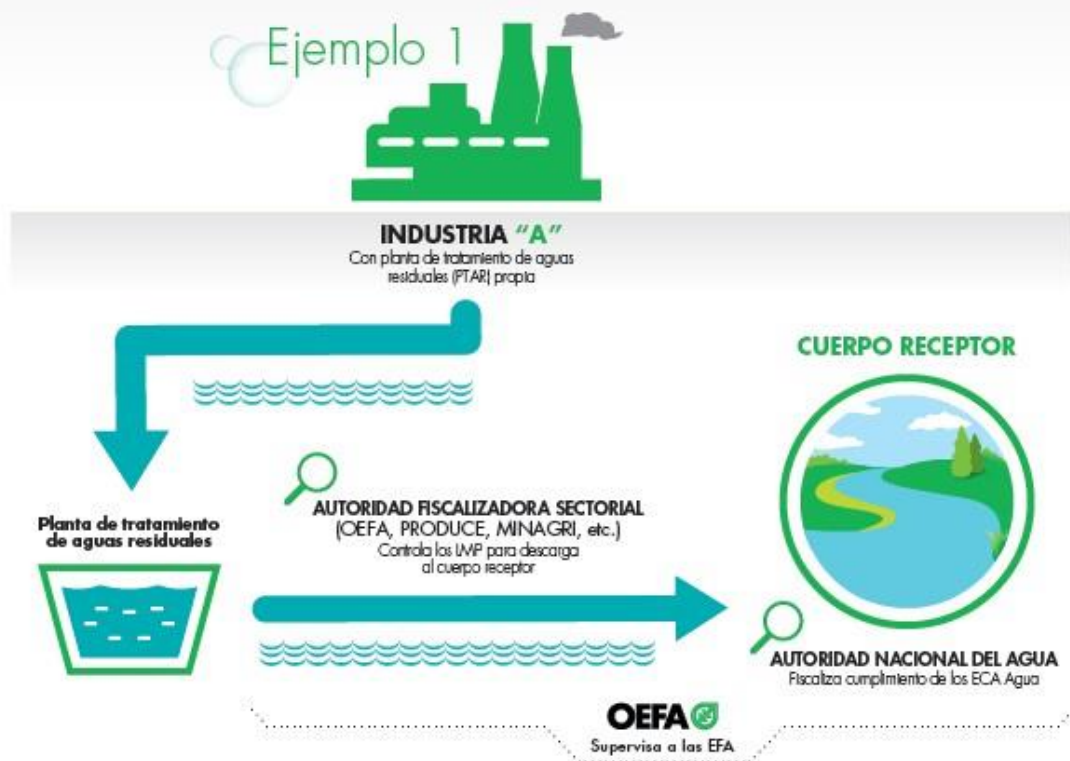


Figura 2: Fiscalización Ambiental Aguas Residuales - Industria con Planta de Tratamiento  
Fuente: OEFA

“La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural. A su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, por lo que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar”. (OEFA, 2015)

## 2.2.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



Figura 3: Procesos de Tratamiento de las Aguas Residuales  
*Fuente: OEFA, 2014*

## 2.2.6. HUMEDAL ARTIFICIAL

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM-2015) el biofiltro o pantano seco artificial, puede utilizarse como el tratamiento secundario de las aguas residuales, se instala como complemento al PTAR. Un biofiltro es un humedal artificial de flujo subterráneo, sembrado con plantas acuáticas en la superficie del lecho filtrante, por donde las aguas residuales pre-tratadas fluyen en forma horizontal o vertical.

El humedal artificial está formado por:

- a. Plantas acuáticas: carrizo o caña brava, papiro, junco, totora, achira u otros.
- b. Material filtrante: grava, confitillo y arena.
- c. Tubos y codos de PVC de 2 pulgadas de diámetro.
- d. Impermeabilización de la poza con geomembrana.

Un biofiltro de flujo horizontal se conforma de pilas rectangulares con profundidades entre 60 y 100 cm., con un relleno de material grueso (5 a 10 cm. de diámetro) en las diferentes zonas. (Programa de Agua y Saneamiento (WSP 2006))



Imagen del Humedal

*Fuente: Planta de Licuefacción Melchorita*



### **2.2.7. Autoridad Nacional del Agua (ANA):**

La Autoridad Nacional de Agua, tiene entre otras, las siguientes funciones principales:

- Autoriza los vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial, las cuales son vinculantes.
- Verifica el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de agua e impone sanciones, y puede suspender las autorizaciones otorgadas si verifica que el agua residual tratada, puede afectar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados.
- Autoriza el reúso de agua residual, bajo previa acreditación de que no se pondrá en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la fauna y flora, o se afecte otros usos. (ANA – 2015)

### **2.2.8. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA):**

El OEFA ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en lo referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades económicas de sectores como la mediana y gran minería, hidrocarburos en general, electricidad, procesamiento industrial pesquero, acuicultura de mayor escala, así como producción de cerveza, papel, cemento y curtiembre de la industria manufacturera.

Las industrias deben cumplir con no exceder los LMP para los efluentes que generan antes de que sean descargados a la red de alcantarillado o a los cuerpos receptores.

Asimismo, como organismo superior del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, supervisa la labor de las EFA, entre las cuales se encuentran las

municipalidades distritales y provinciales, los gobiernos regionales, la Autoridad Nacional del Agua, o los ministerios (Producción, Agricultura y Riego, etc.) los cuales deben supervisar el manejo adecuado de las aguas residuales dentro de su área de competencia.

### **2.2.9. OTRAS ENTIDADES VINCULADAS AL CONTROL**

#### **Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS):**

Vela por la calidad del servicio que deben brindar las EPS Saneamiento. Norma, regula, supervisa y fiscaliza, dentro del ámbito de su competencia, la prestación de servicios de saneamiento a nivel nacional y, también es responsable de sancionar y solucionar controversias y reclamos. (SUNASS, 2015)

#### **Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento):**

Opera y mantiene en condiciones adecuadas los componentes de los sistemas de abastecimiento de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, y deben prestar dichos servicios con oportunidad y eficiencia. Deben:

- Producir, distribuir y comercializar agua potable, así como recolectar, tratar y disponer adecuadamente las aguas servidas.
- Recolectar las aguas pluviales y disponer sanitariamente las excretas.
- Ejecutar programas de mantenimiento preventivo anual a fin de reducir riesgos de contaminación de agua para consumo, de interrupciones o restricciones de los servicios.
- Realizar un control de los Valores Máximos Admisibles (VMA) a través de laboratorios acreditados ante el Instituto

## **Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI),**

Impone sanciones en caso el generador incumpla con las obligaciones dispuestas en la normativa vigente, sin perjuicio de la aplicación de sanciones establecidas en otras leyes y reglamentos. (Indecopi, 2015)

### **Ministerio de Salud (MINSA):**

El Ministerio de Salud, a través de Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), establece las normas técnicas sanitarias para el abastecimiento de agua para consumo humano; y el manejo, reúso y vertimiento de aguas residuales domésticas y disposición de excretas. Vigila la calidad sanitaria de los sistemas de agua y saneamiento para la protección de la salud de la población. También, diseña e implementa el sistema de registro y control de vertimientos con relación a su impacto en el cuerpo receptor. (Minsa, 2015)

### **2.3. Marco Normativo**

(Ministerio de Justicia – Perú 2002, Decreto 003-2002). Límite Máximo Permisible, es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente.

(Ministerio del Ambiente – Perú 2010, Decreto 003-2010). Límite Máximo Permisible, es la medida de la concentración del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible

legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión ambiental.

(Ministerio del Ambiente – Perú 2017, Decreto 004-2017). Medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente

El marco normativo para la gestión de las descargas y reúso de aguas residuales, en el Perú, no sólo se encuentra enfocado al control de la calidad y manejo de los efluentes tratados, sino también, cumplir con los objetivos ambientales y sanitarios en los cuerpos receptores donde se descargan las aguas residuales tratadas y el reúso de dichas aguas residuales tratadas ya sea para la agricultura u otra actividad (OEFA, 2015).

De acuerdo a la calidad de aguas y sus usos, los estándares y criterios de calidad son específicos a ellos definiendo los requisitos de una determinada agua para un fin concreto, los que se representan como rangos cuantitativos de determinadas características fisicoquímicas y biológicas.

El marco normativo en Perú es amplio, y se debe cumplir con cada una de las normas establecidas para proteger el ambiente y poder reusar las aguas residuales por generación industrial para evitar el consumo de las fuentes naturales, a continuación, se detalla las diferentes leyes y normas para este estudio que debe considerarse, en algunos casos se ha insertado la ley o norma textual en otros se ha resumido, según la extensión de ellas, tomadas de las diferentes fuentes bibliográficas:

**La Organización de las Naciones Unidas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en junio de 1992**– Agenda 21, capítulo 18, sobre la Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: Aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce. Propone siete áreas de programas entre los cuales figuran: la Protección de los recursos hídricos, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos, para lo cual se propusieron ocho actividades destinadas a:

- La Protección y conservación de los recursos hídricos;
- El Control y prevención de la contaminación del agua;
- El Desarrollo y aplicación de tecnologías no contaminantes;
- La Protección de las aguas subterráneas;
- La Protección de ecosistemas acuáticos;
- La Protección de los recursos vivos de agua dulce;
- La Vigilancia y supervisión de los recursos hídricos y de las aguas a las que se vierten desechos; y
- La Elaboración de los instrumentos jurídicos nacionales e internacionales que se requieran para proteger la calidad de los recursos hídricos.

**Conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable Rio+20, en Junio de 2012** realizada en Rio de Janeiro-Brasil, tuvo como una de sus conclusiones sobre el Agua y Saneamiento que, es necesario adoptar medidas para reducir considerablemente la contaminación de las aguas y aumentar la calidad del agua, mejorar notablemente el

tratamiento de las aguas residuales y el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y reducir las pérdidas de agua.

**Organización Mundial de la Salud (OMS)** señala que la calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población.

**El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)**, en una publicación realizada en su página web institucional en junio del 2011, menciona que la contaminación de los cuerpos de agua no es una situación de reciente ocurrencia, sino que es un problema que se remonta a más de 100 años y es resultado de continuas descargas que provienen de diversas empresas, así como también de pobladores que arrojan todo tipo de residuos y vierten aguas servidas de manera directa a los mares o ríos.

En el año 1997; **Ley General de Salud N° 26842**, en la cual se reconoce la responsabilidad del Estado frente a la protección de la salud ambiental. En su Artículo 96 del capítulo IV, se menciona que en la disposición de sustancias y productos peligrosos deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana o al ambiente. Asimismo, los Artículos 99, 104 y 107 del Capítulo VIII, tratan sobre los desechos y la responsabilidad de las personas naturales o jurídicas de no efectuar descargas de residuos o sustancias contaminantes al agua, el aire o al suelo.

En el año 2008; se creó el Ministerio del Ambiente por Decreto Legislativo N° 1013. Tiene como objeto la conservación del ambiente, por medio del uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta, que permita

contribuir al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana, en permanente armonía con su entorno, así asegurar a las presentes y futuras generaciones el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Asimismo, tiene entre sus objetivos asegurar la prevención de la degradación del ambiente y de los recursos naturales y revertir los procesos negativos que los afectan.

La Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, en su artículo N° 9, acerca de la Política Nacional del Ambiente tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la preservación, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona. En su artículo N° 11 acerca de los lineamientos ambientales básicos de las políticas públicas, menciona como uno de los lineamientos a, el fortalecimiento de la gestión ambiental, por lo cual debe dotarse a las autoridades de recursos, atributos y condiciones adecuadas para el ejercicio de sus funciones conforme al carácter transversal de la gestión ambiental, tomando en cuenta que las cuestiones y problemas ambientales deben ser considerados y asumidos integral e intersectorialmente y al más alto nivel, sin eximirse de tomar en consideración o de prestar su concurso a la protección del ambiente incluyendo la conservación de los recursos naturales. En su Artículo 31 que trata sobre el Estándar de Calidad Ambiental, menciona que el Estándar de Calidad Ambiental, ECA, es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. En el Artículo

Nº 90 acerca del recurso agua continental menciona que, el Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de los objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso. En su Artículo Nº113 acerca de la calidad ambiental menciona que, son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.

Ley de Recursos Hídricos, Ley Nº 29338, en su Artículo 79 acerca del Vertimiento de Agua Residual, menciona que, la Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de calidad Ambiental del Agua (ECA- Agua) y Límites máximos permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

En el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, D.S. Nº 001-2010 - AG, en su Artículo 103 acerca de la protección del agua, menciona que, la protección del agua tiene por finalidad prevenir el deterioro de su calidad; proteger y mejorar el estado de sus fuentes naturales y los ecosistemas acuáticos; establecer medidas específicas para eliminar o reducir progresivamente los factores que generan su contaminación y degradación.



Política Nacional del Ambiente, D.S. N° 012-2009- MINAM, tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

Ley n° 29338, ley de recursos hídricos / Artículo 82°.- Reutilización de agua residual

La Autoridad Nacional, autoriza el reúso del agua residual tratada. Mediante una licencia de uso de agua al titular facultándolo para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgada la licencia. Para actividades distintas, se requiere autorización.

## **D.S. N° 001-2010-AG, REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **TÍTULO V; CAPÍTULO VII: REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS**

Artículo 148°.- Autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas. Podrá autorizarse el reúso de aguas residuales únicamente cuando se cumplan con todas las condiciones que se detallan a continuación:

- c. Sean sometidos a los tratamientos previos y que cumplan con los parámetros de calidad establecidos para los usos sectoriales,
- d. Cuenten con la certificación ambiental otorgada por la autoridad ambiental sectorial competente, que considere específicamente la evaluación ambiental de reúso de las aguas.
- e. En ningún caso se autorizará cuando ponga en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la flora y fauna o afecte otros usos.

Artículo 149°.- Procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas

149.1. La ANA establece los requisitos y aprueba el procedimiento para el otorgamiento de autorizaciones de reúso.

149.2. El titular de un derecho de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgado su derecho. Para actividades distintas requiere autorización.

149.3. Se podrá autorizar el reúso de aguas residuales tratadas a una persona distinta al titular del sistema de tratamiento, para este caso el solicitante presentará la conformidad de interconexión de la infraestructura para el reúso otorgado por el citado titular, además de los requisitos.

Artículo 150°.- Criterios para evaluar la calidad del agua para reúso

Las solicitudes de autorización de reúso de aguas residuales tratadas serán evaluadas tomándose en cuenta los valores que establezca el sector correspondiente a la actividad a la cual se destinará el reúso del agua o, en su defecto, las guías correspondientes de la Organización Mundial de la Salud.

## **DESCARGAS DE AGUA RESIDUAL PARA INFRAESTRUCTURA DE REGADÍO**

Numeral 135.2 del Reglamento de la LRH

En ningún caso se podrá efectuar descargas de aguas residuales sin previo tratamiento en infraestructura de regadío ni sistemas de drenaje pluvial.



Figura 4: Otorgamiento de autorizaciones de reúso de agua residuales tratadas  
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015)



Figura 5: Otorgamiento de autorizaciones de reúso de agua residuales tratadas  
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015)



Figura 6: Fiscalización de autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas

*Fuente: Asociación Nacional de Agua (ANA)*

Se debe reusar las aguas residuales con un tratamiento previo para el riego de las áreas verdes y agricultura, a fin de conservar el agua potable y proteger las fuentes naturales.

#### **LEY N° 28611.- LEY GENERAL DEL AMBIENTE (MINAM – LEY 28611)**

Artículo 121°. - Del vertimiento de aguas residuales. El Estado emite una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

Artículo 122°. - Del tratamiento de residuos líquidos.

122.1 Las entidades de los servicios de saneamiento son responsables por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.

122.2 El sector Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de LMP en los residuos líquidos domésticos, conjuntamente con las autoridades sectoriales.

122.3 Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. Dicho manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede realizarse por el propio generador de ellas o por un tercero debidamente autorizado.

**LEY N° 29338.- LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (ANA- LEY No. 29338)**

Artículo 15°- Funciones de la Autoridad Nacional.

Elaborar el método y determinar el valor de las retribuciones económicas por el derecho de uso de agua y por el vertimiento de aguas residuales en fuentes naturales de agua, valores que deben ser aprobados por decreto supremo; así como aprobar las tarifas por uso de la infraestructura hidráulica, propuestas por los operadores hidráulicos.

Otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua, así como aprobar la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua, a través de los órganos desconcentrados de la Autoridad Nacional.”

Artículo 17°- Los niveles de calidad de los servicios en la EPS serán establecidos por la SUNASS, por lo menos para los siguientes aspectos de la prestación del servicio:

- a) Calidad del agua potable.
- b) Continuidad del servicio.
- c) Cantidad de agua potable suministrada.
- d) Modalidad de distribución de agua potable.
- e) Modalidad de disposición de las aguas servidas o de eliminación de excretas.
- f) Calidad de efluente de modo que no afecte las condiciones del cuerpo receptor ni del ambiente.

En éste caso, al carecer de una EPS que brinde el servicio de agua Potable, el ANA autoriza el uso de agua de mar para su desalinización.

Artículo 76°- Vigilancia y fiscalización del agua.

La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.

Artículo 79°. Vertimiento de agua residual.

La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de

Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA- Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados científicamente, la Autoridad Nacional debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyan el riesgo de la calidad del agua, que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto. En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas. Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.”

“Artículo 80°- Autorización de vertimiento.

Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

1. Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.

2. Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.

La autorización de vertimiento se otorga por un plazo determinado y prorrogable, de acuerdo con la duración de la actividad principal en la que se usa el agua y está sujeta a lo establecido en la Ley y en el Reglamento.

Artículo 81°- Evaluación de impacto ambiental.

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, para la aprobación de los estudios de impacto ambiental relacionados con el recurso hídrico se debe contar con la opinión favorable de la Autoridad Nacional.

Artículo 82°- Reutilización de agua residual.

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma, en coordinación con la autoridad sectorial competente y, cuando corresponda, con la Autoridad Ambiental Nacional.

El titular de una licencia de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate de los mismos fines para los cuales fue otorgada la licencia.

Para actividades distintas, se requiere autorización.

La distribución de las aguas residuales tratadas debe considerar la oferta hídrica de la cuenca.

Artículo 83°- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias.

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de



toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la

Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

Artículo 84°- Régimen de incentivos.

La Autoridad Nacional, en coordinación con el Consejo de Cuenca, otorga reconocimientos e incentivos a favor de quienes desarrollen acciones de prevención de la contaminación del agua y de desastres, forestación, reforestación o de inversión en tecnología y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a la protección del agua y la gestión integrada del agua en las cuencas.

La Autoridad Nacional, en coordinación con el Consejo de Cuenca y el Ministerio del Ambiente, promueve los mecanismos de protección de la cuenca a fin de contribuir a la conservación y protección del agua y bienes asociados, así como el diseño de los mecanismos para que los usuarios de agua participen activamente en dichas actividades.

Los titulares de derechos de uso de agua que inviertan en trabajos destinados al uso eficiente, a la protección y conservación del agua y sus bienes asociados y al mantenimiento y desarrollo de la cuenca hidrográfica pueden deducir las inversiones que efectúen para tales fines de los pagos por concepto de retribución económica o tarifas de agua, de acuerdo con los criterios y porcentaje que son fijados en el Reglamento. Este beneficio no es aplicable a quienes hayan percibido otro beneficio de parte del Estado por el mismo trabajo ni cuando resulte del cumplimiento de una obligación de la normativa sectorial.

Artículo 85°- Certificación de aprovechamiento eficiente.

1. El certificado de eficiencia es el instrumento mediante el cual la Autoridad Nacional certifica el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos por parte de los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica.
2. La Autoridad Nacional otorga “certificados de eficiencia” a los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica, que cumplan con los parámetros de eficiencia.
3. La Autoridad Nacional otorga “certificados de creatividad, innovación e implementación para la eficiencia del uso del agua” a los usuarios y operadores de infraestructura hidráulica que diseñen, desarrollen o implementen equipos, procedimientos o tecnologías que incrementen la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos hídricos, así como la conservación de bienes naturales y el mantenimiento adecuado y oportuno de la infraestructura hidráulica.

Artículo 131°- Aguas residuales y vertimientos.

Para efectos del Título V de la Ley se entiende por:

- a. Aguas residuales, aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo.
- b. Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

Artículo 133°- Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas.

133.1 La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:

- a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles – LMP.
- b. No se transgredan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA – Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el Ministerio del Ambiente para su implementación.
- c. Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.
- d. No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.
- e. No se afecte la conservación del ambiente acuático.
- f. Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.
- g. Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda.

133.2 La Autoridad Nacional del Agua, dictará las disposiciones complementarias sobre características de los tratamientos y otras necesarias para el cumplimiento de la presente disposición.

Artículo 134°- Contenido del instrumento ambiental.

El instrumento ambiental a que se refiere el artículo 80 de la Ley, debe contemplar el sistema de tratamiento de aguas residuales y el efecto del vertimiento en el cuerpo receptor.

Artículo 135°- Prohibición de efectuar vertimientos sin previa autorización.

135.1 Ningún vertimiento de aguas residuales podrá ser efectuado en las aguas marítimas o continentales del país, sin la autorización de la Autoridad Nacional del Agua.

135.2 En ningún caso se podrá efectuar vertimientos de aguas residuales sin previo tratamiento en infraestructura de regadío, sistemas de drenaje pluvial ni en los lechos de quebrada seca.

“Artículo 137°- Otorgamiento de autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas.

137.1 La Autoridad Nacional del Agua otorga autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial competente de acuerdo al procedimiento que, para tal efecto, establece dicha Autoridad.

Artículo 138°- Opinión técnica de la autoridad ambiental sectorial.

La opinión técnica de la autoridad ambiental sectorial se expresa mediante la certificación ambiental correspondiente que comprenda al sistema de tratamiento de aguas residuales y el efecto del vertimiento en el cuerpo receptor.

Artículo 140°- Plazo de autorización de vertimientos de aguas residuales tratadas.

140.1 El plazo de vigencia de las resoluciones de autorización de vertimientos de aguas residuales tratadas, se establece en función de las características del proyecto y no podrá

ser menor de dos (02) años ni mayor de seis (06) años. Dicho plazo rige a partir del inicio de operaciones de los respectivos proyectos.

140.2 La prórroga del plazo otorgado se efectúa previa evaluación del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y las contenidas en la respectiva resolución de autorización.”

Artículo 142°- Extinción de las autorizaciones de vertimiento.

Son causales de extinción de las autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas:

- a. Renuncia del titular.
- b. Caducidad.
- c. Nulidad del acto administrativo que la otorgó.
- d. Revocación.
- e. Resolución judicial consentida o ejecutoriada que disponga la extinción de la autorización.”

Artículo 143°- Caducidad de las autorizaciones de vertimiento.

Son causales de caducidad de las autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas:

- a. Vencimiento del plazo establecido en la autorización.
- b. Término de la actividad que origina el vertimiento.
- c. El no iniciar el proyecto dentro de un plazo igual al de la autorización.

Artículo 144°- Causales de revocatoria de las autorizaciones de vertimiento.

144.1 Son causales de revocatoria de las autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas:

- a. La falta de pago de la retribución económica durante dos años continuos.
- b. El incumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de vertimiento.

c. El incumplimiento del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental o de las obligaciones del Programa de Adecuación de Vertimientos.

d. La no implementación del instrumento ambiental aprobado en lo que corresponde al sistema de tratamiento y su vertimiento.

144.2 Sin perjuicio de las acciones que resulten necesarias en aplicación del principio precautorio, la declaratoria de revocatoria debe seguir previamente el procedimiento sancionador.

Artículo 145°- Control de vertimientos autorizados.

El control de los vertimientos que ejecuta la Autoridad Administrativa del Agua incluye visitas inopinadas a los titulares de las autorizaciones de vertimientos, a fin de cautelar la protección de la calidad de las aguas y verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de vertimiento.

Artículo 147°- Reúso de agua residual.

Para efectos del Reglamento se entiende por reúso de agua residual a la utilización, de aguas residuales tratadas resultantes de las actividades antropogénicas.

Artículo 148°- Autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas.

Podrá autorizarse el reúso de aguas residuales únicamente cuando se cumplan con todas las condiciones que se detallan a continuación:

a. Sean sometidos a los tratamientos previos y que cumplan con los parámetros de calidad establecidos para los usos sectoriales, cuando corresponda.

b. Cuenten con la certificación ambiental otorgada por la autoridad ambiental sectorial competente, que considere específicamente la evaluación ambiental de reúso de las aguas.

c. En ningún caso se autorizará cuando ponga en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la flora y fauna o afecte otros usos.

Artículo 151°- Plazo de vigencia de las autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas.

151.1 El plazo de vigencia de las resoluciones de autorización de reúso se establece en función de las características del proyecto y no podrá ser menor de dos (02) años ni mayor de seis

(06) años. Dicho plazo rige a partir del inicio de operaciones de los respectivos proyectos.

151.2 La prórroga del plazo otorgado se efectúa previa evaluación del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las contenidas en la resolución de autorización.

Artículo 152°- Del control del reúso de las aguas residuales tratadas.

El control y vigilancia del reúso de las aguas residuales tratadas, así como la frecuencia de toma de muestras y análisis es responsabilidad de la Autoridad Administrativa del Agua.

## LEY N° 27972 - LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES

Artículo 80°- Saneamiento, Salubridad y Salud.

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

1.1. Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.

2. Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales:

21. Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

2.3. Proveer los servicios de saneamiento rural cuando éstos no puedan ser atendidos por las municipalidades distritales o las de los centros poblados rurales, y coordinar con ellas para la realización de campañas de control de epidemias y sanidad animal.

2.4. Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades distritales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.

4. Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales:

4.1. Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.

4.2. Proveer los servicios de saneamiento rural y coordinar con las municipalidades de centros poblados para la realización de campañas de control de epidemias y control de sanidad animal.

**DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM - DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES**

Artículo 1°- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR).

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.



## Artículo 2°- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):

Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- Límite Máximo Permisible (LMP). - Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.
- Protocolo de Monitoreo. - Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

## Artículo 3°. - Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para

presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

#### Artículo 4°. - Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

#### Artículo 5°. - Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del

monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

52 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

#### Artículo 6°. - Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

### **RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 274-2010-ANA QUE DICTA MEDIDAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE ADECUACIÓN DE VERTIMIENTOS Y REÚSO DE AGUA RESIDUAL - PAVER**

Artículo 1°. - Finalidad del Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Agua Residual - PAVER.

1.1 El PAVER tiene como finalidad la adecuación a las disposiciones de la Ley de Recursos Hídricos de los vertimientos y reúsos de aguas residuales en curso que a la fecha de entrada en vigencia del Reglamento de la citada ley no cuenten con las autorizaciones correspondientes.

1.2 El proceso de adecuación concluye con el otorgamiento de la autorización a los vertimientos o reúsos de aguas residuales tratadas que cumplan con las disposiciones del Título V de la Ley de Recursos Hídricos.”

## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Materiales

- Planos de diseño As Built de Diseño – Escala de 1/15000
- Planos de diseño As Built de Instalaciones – Escala de 1/15000
- Planos referencia de las instalaciones y sus áreas de influencia – Escala de 1/15000
- Formatos y Cuadros de Análisis Cualitativo para efectos de corroboración de parámetros.
- Instrumentos de comparación cualitativa, para efectos de análisis de resultados.

### 3.2. Equipos

- Computadora i5, 6 Mb Caché, 16 Mb de Memoria RAM, 4 Núcleos y 3.9 GHz de velocidad de procesamiento para permitir Gráficos de Alta Definición y capacidad de soportar Programas de Procesamiento de la Información Geográfica (ArcGis) y permitir el análisis cartográfico de los componentes en la investigación.
- Útiles de escritorio para apuntes y toma de datos en los formularios.
- Cámara fotográfica Canon de 16 mega pixeles para toma de evidencia de actividades de muestreo y monitoreo de agua.
- Software Arcgis para diseño, procesamiento y análisis de la información cartográfica de la investigación
- Equipo multiparámetro HQ40D para análisis de calidad de agua con capacidad de Lecturas de Conductividad, Cloro Libre, PH, Turbidez y Gases disueltos.
- Caudalímetros instalados en la planta para lectura del flujo de agua y volumen.

### **3.3. Métodos**

La presente investigación se realiza bajo un método no experimental, analítico (*Valderrama, et al. 2005*) tomando información de las muestras de agua, utilizando la data cualitativa de los resultados de monitoreo realizados en el 2016 y la información volumétrica de los caudales de agua del sistema de captación, tratamiento y reúso de agua.

### **3.4. Metodología**

La presente investigación tiene una metodología de investigación y análisis no experimental de información y data de fuente secundaria, separada en 02 etapas:

#### **3.4.1.GABINETE: Metodología para la revisión y recopilación de información básica**

La información objeto de estudio será obtenida del Departamento QHSE (Calidad, Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente), se reportarán mensualmente avances a la entidad y la información será clara más estimada en muchas ocasiones.

Los datos básicos y normas para la base de este estudio se han obtenido de las siguientes instituciones: Autoridad Nacional del Agua (ANA), Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), Ministerio del Ambiente (MINAM), Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Además, se toma en cuenta en éste proceso:

- Antecedentes (Línea Base Secundaria)
- Recopilación de información histórica,
- Planos y Mapas

### 3.4.2.CAMPO: Metodología para el trabajo de campo

En la etapa de trabajo de campo, se toman muestras porque el método de investigación es no experimental, más bien correlativo sobre los parámetros físico, químicos (caritativos) y volumétricos (cuantitativos), las actividades de obtención de información será in situ dentro de las plantas de tratamiento de agua residual, domésticas, humedal y en los puntos de vertimiento, identificando parámetros físico químicos y comparándolos con los LMP vigentes, y con los ECAs para evaluar su reúso. Los monitoreos se realizarán respetando los ensayos y normas de referencia para obtener del dato fidedigno.

<b>FISICO-QUIMICOS</b>		
<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Norma de referencia</b>	<b>Titulo</b>
Demanda bioquímica de oxígeno	SM 5210 E	Biochemical oxygen demand 5 days
Aceites y Grasas	SM 5520 B	liquid-liquid, Partition-Gravimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos	SM 2540 D	Total Suspended Solids Dried at 103-105C°
Fósforo	SM 4500 P	Phosphorus Ascorbic Acid Method
Nitrogeno Amoniacal	SM4500-NH3F	Phenate Method
Nitrogeno Total Kjeldahl	HACH 8075 Ed.7	Nitrogen Total-Kjeldahl
Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D	Closed Reflux. Colorimetric Method

SIGLAS: "SM" standard methods for the examination of water and wastewater

APHA, AWWA, WEF 22st Ed.2012

"HACH":Water

Analysis Handbook

<b>MICROBIOLOGICOS</b>		
<b>Huevos de Helmintos</b>		
<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Norma de referencia</b>	<b>Titulo</b>
Huevos de Helmintos	OMS 1997	Metodo Bailenger Modificado. Recuento de parásitos y Protozoarios.
Coliformes Fecales	SM 9221E	Fecal coliform procedure
Coliformes Totales	SM 9221B	Total coliform fermentation technique

SIGLAS: "SM" standard methods for the examination of the water and Wastewater

APHA, AWWA, wef 22st Ed. 2012



### 3.4.3. Recolección de datos históricos y Análisis

Se tomaron de los datos históricos 2015 – 2016 sobre la calidad de agua de la empresa bajo autorización de Hunt LNG Operating Company.

El análisis se hace en base a la normativa actual referente a los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental – Agua, así también se hace verificación de datos en tiempo real para determinar los volúmenes tratados que se obtienen luego de la implementación de ingeniería para la mejora del sistema de reúso de agua.

## **CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **4.1. Descripción general de PERU LNG SRL**

PERU LNG es una empresa peruana constituida en el año 2003. Su accionista mayoritario y operador es Hunt Oil Company, compañía con sede en Texas, Estados Unidos, considerada una de las principales empresas independientes de petróleo y gas natural a nivel mundial. Sus socios son SK Energy de Corea del Sur, Shell de Holanda y Marubeni de Japón.

PERU LNG S.R.L., es propietaria de la Planta de Exportación de Gas Natural Licuado, la cual está compuesta por una planta de licuefacción de gas natural y un terminal marino, está ubicada entre el Km 167 y 170 de la carretera Panamericana Sur, distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima.

PERU LNG es una empresa de talla mundial, con infraestructura que posiciona al Perú como líder en la industria del gas natural licuado en Sudamérica. La renta que PERU LNG genera constituye un gran incentivo para impulsar el desarrollo y el crecimiento del país y su gente. PERU LNG está comprometida a contribuir de manera positiva y a largo plazo con la estructura económica y social del país y con las comunidades en las que opera al cumplir con altos estándares ambientales y de seguridad, demostrando un comportamiento íntegro en el desarrollo de las operaciones y respetando las costumbres y leyes locales.



#### **4.1.1. Misión**

Construir y poner en operación de manera segura una Planta de Gas Natural Licuado, un Terminal Marítimo y un Gasoducto, respetando el cronograma y presupuesto establecidos, cumpliendo y superando todas las especificaciones técnicas y sirviendo de modelo para la industria en la ejecución ejemplar de programas sociales y ambientales.

#### **4.1.2. Visión**

Ser reconocidos como un Proyecto de licuefacción de gas natural de clase mundial que trabaja con exigentes estándares técnicos, contribuye al desarrollo del Perú, promueve la superación profesional de sus empleados y está comprometido con las poblaciones de su entorno, con la conservación del ambiente y con la protección del patrimonio cultural.

#### **4.1.3. Inversión en Perú**

Una inversión total de US\$ 3,800 millones (incluyendo costos de financiamiento), el Proyecto es la mayor inversión extranjera directa realizada en Perú.

#### **4.1.4. Impacto Económico Global**

Los beneficios económicos del Proyecto de PERU LNG se identifican bajo la forma de inversión, empleo, impuestos y regalías indirectamente. Se espera que el Proyecto aporte 0.5% del PBI del Perú anualmente durante la fase de construcción.

#### **4.1.5. Generación de Empleo**

Durante las fases de planeamiento y construcción, el Proyecto generará aproximadamente 20,000 puestos de trabajo, tanto calificado como no calificado. La gran mayoría de los trabajadores del Proyecto son peruanos. Desde los ingenieros hasta el personal de seguridad y administrativo, esta proeza de la ingeniería refleja en gran medida el esfuerzo de profesionales y trabajadores peruanos.

#### **4.1.6. Aguas residuales en Perú LNG**

Como parte de la Planta de Exportación de GNL, se cuenta con un sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas para el efluente que se genere en las oficinas de empleados; este sistema funciona bajo el principio de tratamiento biológico de lodos activados (tipo aireación extendida), que permite reducir en forma efectiva la carga orgánica y la carga bacteriana garantizando así la calidad de su reúso, sin causar efecto alguno en el ambiente. El concepto de lodos activados en su modalidad de aireación prolongada o extendida (como la tecnología seleccionada por PERU LNG S.R.L.) es una variante simplificada del sistema convencional de lodos activados. La diferencia radica en que la aireación extendida utiliza mayor volumen de tanque de aireación, eliminando así la necesidad de otras unidades de tratamiento. Por otro lado, debido al mayor volumen del tanque de aireación, la biomasa permanece más tiempo en el sistema, asegurando con ello la degradación de materia orgánica (expresada en concentraciones de DBO5) disponible para las bacterias, las cuales a través del consumo (alimentación) del sustrato permiten estabilizar el lodo.

Actualmente cuenta con una autorización de reúso de aguas residuales domésticas tratadas, procedentes de los campamentos y cocinas de la Planta de Licuefacción de Gas Natural - Etapa de Operación, con un caudal mínimo de 0.92 l/s y un volumen anual de 29000m<sup>3</sup>, con un régimen intermitente, para fines de riego de áreas verdes, pruebas contra incendios, riego de caminos, riego durante trabajos de movimiento de tierras y control de polvo.

Dicha autorización cuenta con la R.D. N°133-2012-ANA-DCPRH de fecha 3 de octubre del 2012, donde se presenta la OTF de DIGESA (informe N° 1616-2012/DSB/DIGESA), el cual indica que el reúso del efluente tratado de la PTARD dentro de las instalaciones de PERU LNG S.R.L. no causará contaminación a ningún cuerpo receptor.

DESCRIPCIÓN DEL EFLUENTE	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /año)	CAUDAL (l/s)	RÉGIMEN	COORDENADAS UTM WGS 84, Zona 18	CUERPO RECEPTOR
Descarga de aguas residuales industriales tratadas del CPI y Salmuera de Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural de PERU LNG S.R.L.	301 372	9,56	Continuo	8 534 383 N 3 58 328 E	Mar frente a Playa Melchorita
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>301 372</b>				

Tabla 2: Autorización de vertimiento de aguas residuales industriales  
Fuente: ANA – Véase Anexo

## 4.2. Características del área de la planta de exportación

### 4.2.1. Ubicación Geográfica de la Planta de Exportación de GNL:

El área de la Planta de Exportación de GNL está compuesta de 521 hectáreas aproximadamente en el lugar conocido como Pampa Melchorita. Esta área limita al este con la carretera Panamericana Sur (en el tramo comprendido entre los km 167 y 170, al sur de la ciudad de Lima) y al oeste con el Océano Pacífico.

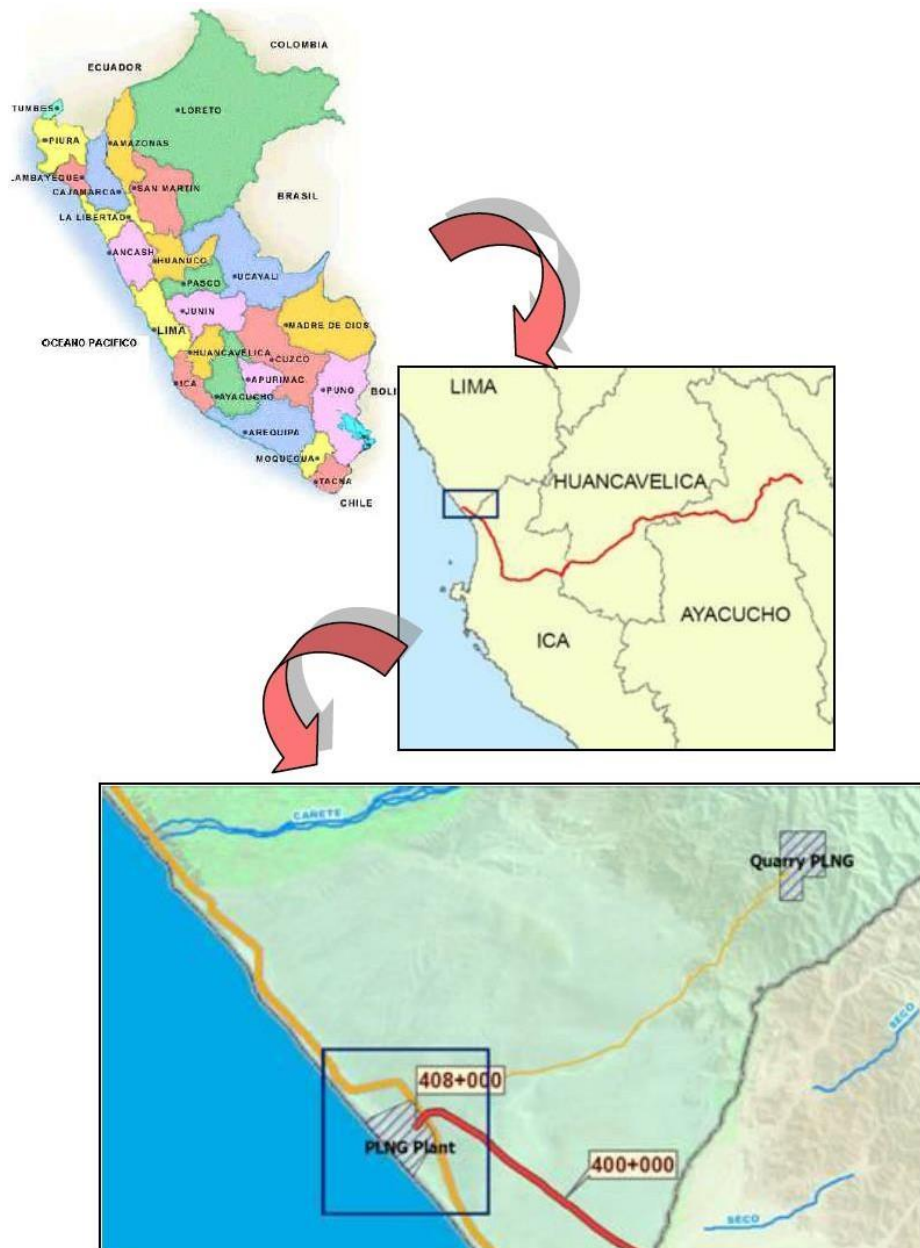


Figura 7: Ubicación de la Planta de Exportación de GNL  
 Fuente: Peru LNG

#### 4.2.2. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Domésticas

La Planta de Tratamiento de aguas Residuales Domésticas (PTAR) se localiza en la localidad de Pampa Melchorita, distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete y departamento de Lima, al interior del área de la Planta de Exportación de GNL.

El sistema de tratamiento del efluente doméstico comprende una (01) planta de tratamiento de lodos activados de una capacidad de 80 m<sup>3</sup>. Figura 8.

A continuación, se describe las coordenadas que encierran el área del sistema de tratamiento:

<i>Descripción</i>	<i>Vértices</i>	<i>Coordenadas UTM de la Planta</i>
<i>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA PLANTA DE 80 m<sup>3</sup></i>	<i>V-1</i>	<i>N 8535172 E 0359939</i>
	<i>V-2</i>	<i>N 8535184 E 0359943</i>
	<i>V-3</i>	<i>N 8535184 E 0359917</i>
	<i>V-4</i>	<i>N 8535174 E 0359918</i>

Tabla 3: Coordenadas del área del Sistema de Tratamiento de la PTARD  
Fuente: Peru LNG Memoria Descriptiva



Figura 8: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) de PERU Lng  
Fuente: Peru LNG Memoria Descriptiva

### **4.3. Planta de tratamiento de aguas residuales Domésticas**

#### **4.3.1. Componentes del sistema de tratamiento y disposición final**

La Planta de tratamiento de aguas residuales Domésticas (PTARD), consta de un reactor biológico con una zona de aireación y una zona de sedimentación en un solo tanque de acero compacto. El tanque se divide por dentro en particiones verticales en cinco zonas:

- Zona de Ecuilización
- Zona de Aireación
- Zona de Sedimentación
- Zona de Desinfección
- Tanque de almacenamiento de lodo

##### *4.3.1.1. Zona de Ecuilización*

El efluente entrante de las estaciones de bombeo ingresa al tanque de ecuilización a través de dos tuberías de 2" de diámetro. Esta cámara tiene una capacidad para recibir el flujo máximo durante 15 minutos.

En el caso que el flujo máximo no pare, el excedente pasará por gravedad a la cámara de aireación a través de un rebose de emergencia de 6". Así también, cuando ocurra un nivel alto, un interruptor flotante abrirá una válvula solenoide para transferir las aguas residuales ecuilizadas al tanque de aireación a través de una bomba tipo "airlift". Con un nivel bajo otro interruptor flotante cerrará la válvula solenoide y parará el bombeo de las aguas residuales.

#### 4.3.1.2. *Cámara de aireación*

Las aguas residuales entrantes se airean permanentemente mediante difusores de aire de burbuja fina. El aire se provee por dos sopladores de aire (uno en espera) localizado cerca del panel de control y montado directamente encima del tanque principal. El proceso de aireación permite que los micro-organismos contenidos dentro del tanque se mezclen con las aguas residuales y a través de la actividad biológica se descompongan y consuman los compuestos orgánicos y los nutrientes.

El aire presurizado se conduce a través de las tuberías y válvulas hacia los difusores de burbujas finas y a los elevadores de aire (airlifts). El flujo de aire se puede regular manualmente por las válvulas al ingreso en cada grupo de difusores y en cada elevador de aire.

Para determinar la operación del soplador y/o la condición del difusor, se instala una válvula de alivio de presión y un indicador de presión en la tubería de aire.

##### Características de los sopladores

El contenido del oxígeno disuelto en la zona de aireación debe ser mantenido entre 2 y 3 mg/l. Se usan difusores de burbujas finas que son muy ventajosos por su eficiencia de transferencia de oxígeno y ahorro de energía.

La planta tendrá dos sopladores, operando alternadamente y de capacidad de suministro de 200 m<sup>3</sup>/h de aire bajo condiciones estándar, suministra al reactor 42 m<sup>3</sup>/h con oxígeno. La especificación técnica de los sopladores de la planta de tratamiento se muestra en el Tabla 4.

<i>Especificaciones Técnicas</i>	<i>Datos</i>
<i>Fabricante</i>	<i>Roots</i>
<i>Modelo</i>	<i>URAI 33</i>
<i>Flujo</i>	<i>200 m<sup>3</sup>/h</i>
<i>Presión</i>	<i>6 PSI</i>
<i>Potencia</i>	<i>5.6 kW</i>
<i>Voltaje</i>	<i>460 V</i>
<i>Nivel de ruido</i>	<i>75 dB(A)</i>
<i>Revestimiento</i>	<i>IP55</i>
<i>Numero</i>	<i>2 pz</i>
<i>Diámetro de entrada</i>	<i>50 mm</i>

Tabla 4: Especificaciones de los sopladores  
Fuente: Peru LNG Memoria Descriptiva

#### 4.3.1.3. Zona de sedimentación

El efluente tratado de la cámara de aireación se descarga periódicamente a la zona de sedimentación por gravedad. El lodo asentado retornará de la tolva de sedimentación de lodo a la cámara de aireación por medio de las dos bombas elevadoras de aire. El agua clarificada pasará sobre el borde de un vertedero a un canal que descarga a la cámara de desinfección. El canal será equipado con un vertedero de ajuste manual para permitir la nivelación precisa del agua dentro de la planta.

El suministro de aire a las bombas elevadoras será regulado con válvulas de cierre para variar la cantidad de aire proporcionada a cada bomba, para poder variar la capacidad de la bomba. El tanque de sedimentación tiene una bomba elevadora de aire para regresar el material flotante a la cámara de aireación. El suministro de aire será equipado con una válvula para regular la velocidad de retorno.



#### 4.3.1.4. Zona de desinfección

La descarga de las aguas residuales tratadas de la zona de sedimentación llegará a un tanque de contacto de cloro para su desinfección. Las aguas residuales serán mezcladas con el hipoclorito de sodio suministrado por una bomba dosificadora. La zona de desinfección tiene unos deflectores para asegurar la mezcla apropiada de la solución de hipoclorito con las aguas residuales tratadas.

Las bombas dosificadoras operarán alternativamente cuando el interruptor de flujo en la descarga del sedimentador se active por el paso del agua a la cámara de cloración. Si la descarga de agua se detiene, inmediatamente la bomba dosificadora también se detiene. Estas bombas succionarán el hipoclorito de sodio del tanque de HDPE que es llenado manualmente. En caso que el nivel sea muy bajo en el tanque, un control de nivel parará la bomba dosificadora.

El agua tratada se descarga automáticamente, a través de una bomba centrífuga que funciona por un control de niveles. Si la cámara de desinfección llega a un nivel alto, el control de nivel activará la bomba centrífuga y trabajará hasta un nivel mínimo controlado por otro interruptor flotante que parará la bomba. Un interruptor flotante del nivel alto dentro de la zona de desinfección activará una alarma de “nivel alto” y el agua será descargado a través de un rebose de 3” de diámetro a un canal de drenaje.

La dosificación se llevará a cabo en un tanque de 30 minutos de tiempo de contacto; en este tanque se aplicará hipoclorito de sodio para lograr un valor de cloro residual de 0,2 mg/l. La capacidad del tanque es de 0,6 m<sup>3</sup> y diámetro de 1200 mm

#### 4.3.1.5. *Cámara de almacenamiento de Lodo*

Se requiere la extracción del exceso de lodo de la cámara de aireación si los niveles de los Sólidos suspendidos del licor de mezcla (MLSS) exceden 3,500 mg/L. El personal de servicio determinará cuando sea necesario.

El exceso de lodo se descarga de uno de los sedimentadores a la cámara de lodo, abriendo una válvula de control de aire. Un interruptor flotante de nivel alto dentro de la cámara de lodo activa una alarma de “nivel alto”, y así el operador retirará el sedimento con un camión succionador o cisterna.

La figura 9 muestra el flujo proyectado de las aguas residuales y el sistema de tratamiento que conforma el tratamiento para las aguas residuales domésticas de LNG PERU S.R.L.

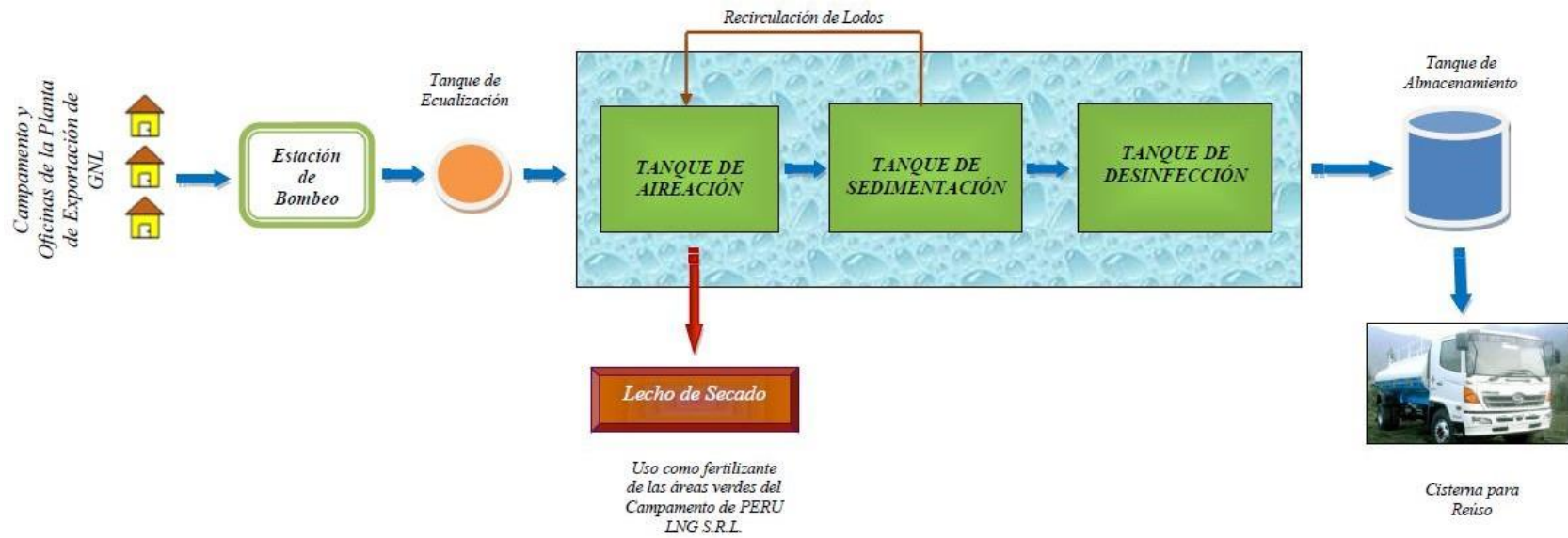
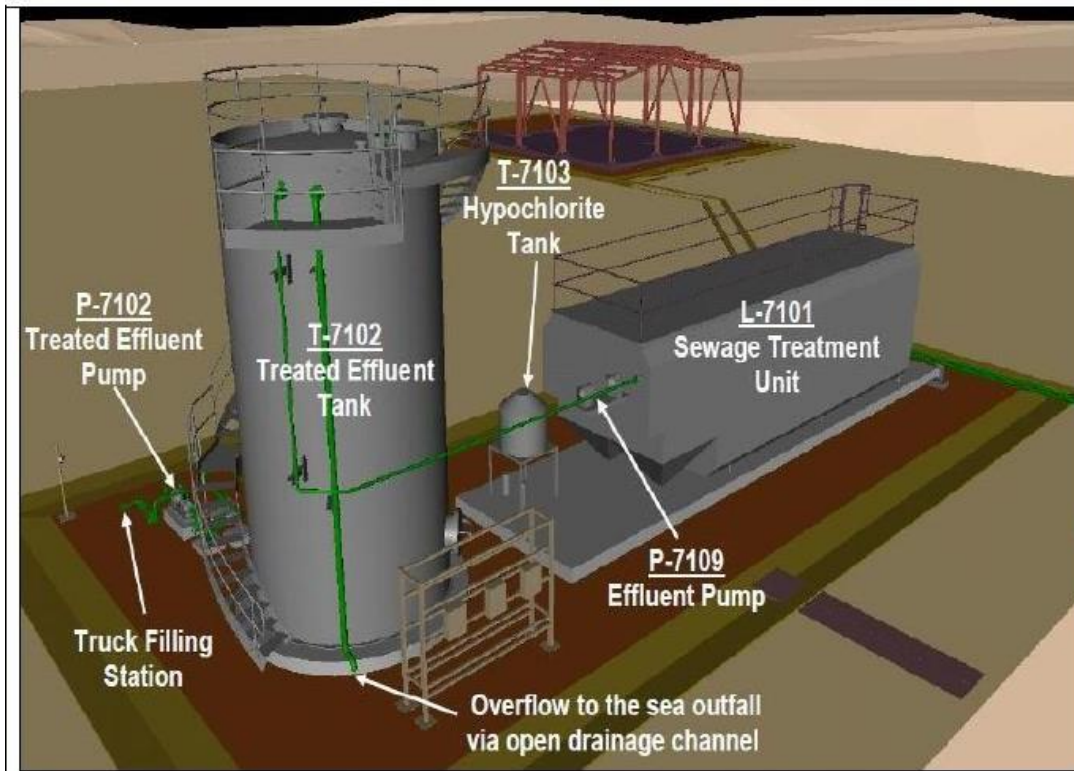


Figura 9: Sistema de Tratamiento de las aguas residuales domésticas  
Fuente Perú LNG Memoria Descriptiva



ITEM	SISTEMA DE TRATAMIENTO
L-7101	Sewage treatment unit <b>Unidad de tratamiento de aguas residuales</b>
P-7109	Effluent Pump <b>Bomba de Efluente</b>
T-7102	Treated Effluent Tank <b>Tanque de de Efluentes Tratados</b>
P-7102	Treated Effluent Pump <b>Bomba del efluente tratado</b>
T-7103	Hypochlorite Tank <b>Tanque de Hipoclorito de sodio</b>

Truck Filling Station: Estación de carga de camiones (cuando se efectúa reuso del efluente tratado)  
 Overflow to the sea outfall via open drainage channel: Rebose para salida al mar por apertura del drenaje

Figura 10: Vista en 3D de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de 80m<sup>3</sup>

#### **4.3.2. Reúso de agua residual tratada**

El reúso de las aguas residuales domésticas tratadas, permite reemplazar el consumo de agua de fuentes naturales en actividades como es el control de polvos, principalmente cuando las áreas son áridas y extensas como las involucradas en la planta de Licuefacción de gas de la Pampa Melchorita.

En el caso del agua residual tratada en la planta descrita, se utiliza principalmente para el control de polvos durante los movimientos de tierra y en los caminos de tránsito de los vehículos, considerando que el suelo en la zona es árido y lleno de polvo; también se usa para mantener el nivel del reservorio de agua contra incendio e irrigación de áreas desérticas del entorno con lo cual se reduce el material de partículas en el aire.

Pero hay otra fuente de agua tratada, proviene de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Industrial y sistema de tratamiento es como sigue:

Esta planta cuenta con un sistema de tratamiento de los efluentes o aguas de escorrentía contaminadas con hidrocarburos que estará compuesto por una unidad CPI (Corrugated plate interceptor) o también denominada unidad separadora de hidrocarburos de placas corrugadas. Luego de la separación de los hidrocarburos, el efluente se transportará por una tubería que descargará el efluente limpio al mar.

La generación y vertimiento de este efluente no es continua; con excepción de los períodos de mantenimiento y/o parada de planta, cuando se haga limpieza y mantenimiento de los equipos. En base a ello se ha estimado que el vertimiento máximo a producirse sería de 30660 m<sup>3</sup> al año.

#### **4.3.3. Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales**

El sistema de tratamiento tal como se diseñó consta de cinco etapas:

- Recolección y traslado de efluentes
- Tratamiento de efluentes (separador CPI)
- Disposición de aguas tratadas
- Disposición de aceite
- Disposición de lodo

Véase la figura 11.

##### *4.3.3.1. Recolección y Traslado de Efluentes*

El efluente generado se acumula en una cuneta (semejante a una zanja o canal) bajo suelo (con una capacidad mínima de 700 litros). El efluente rellena la cuneta de recolección hasta que el nivel de la cuneta es tal que el interruptor de nivel activa la bomba para trasladar el efluente al separador de grasas. El interruptor de flotador desactiva la bomba cuando el nivel desciende

hasta 200 mm desde la base de la cuneta. Los sólidos suspendidos grandes quedarán depositados en dicho tajo.

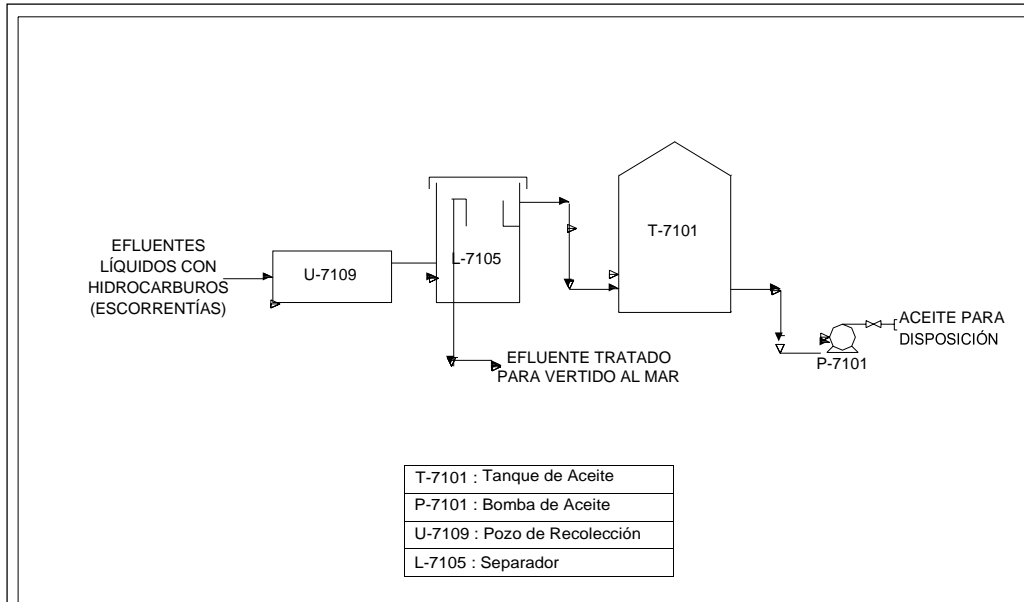


Figura 11: Sistema de Tratamiento de efluentes.  
Fuente: Perú LNG Memoria descriptiva 3

#### 4.3.3.2. Tratamiento de Efluentes

En el tratamiento del efluente se usará la unidad CPI, denominado Interceptor de Placas Corrugadas; en esta unidad se remueve los sólidos suspendidos y las grasas y aceites presentes en el agua, no requiere energía para la separación, solo necesita una cabeza hidráulica por encima del nivel de operación; puede manejar grandes volúmenes de fluido con concentraciones de aceite hasta del 3% en la corriente de entrada, véase en la Figura 12.

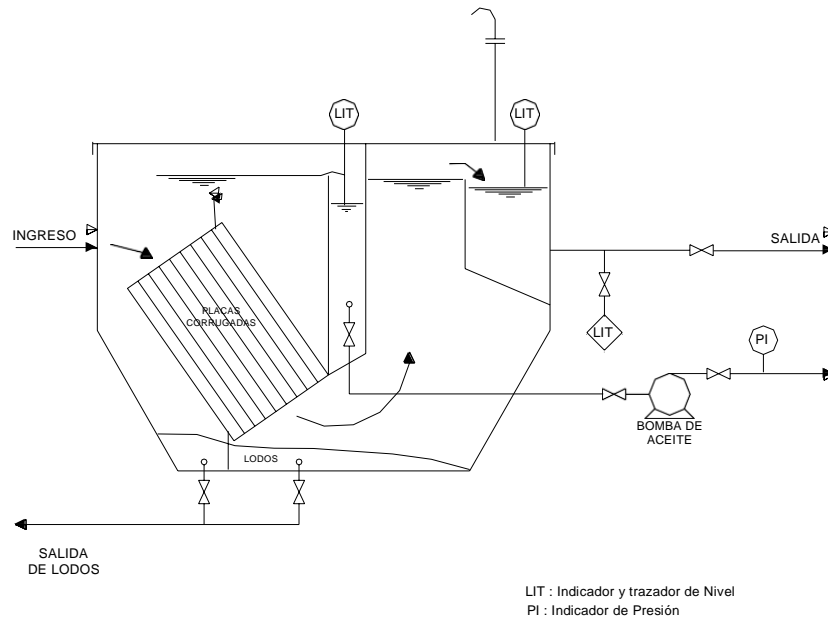


Figura 12: Diagrama de una unidad CPI  
Fuente: Perú LNG Memoria descriptiva 3

En la operación, el efluente es conducido hacia una poza de recolección (R1) con capacidad aproximada de 1816m<sup>3</sup> de donde se alimenta con una bomba hacia la entrada del separador CPI donde el flujo se dirige en dirección ascendente. Dicho flujo inicial ascendente asegura que las micelas grandes de aceite sean inmediatamente enviados a la superficie del tanque.

Luego, el agua se dirige a través de las placas coalescentes paralelas y estrechamente separadas hacia la parte inferior del tanque. Las gotas de aceite más pequeñas que empezaron a fluir entre las placas tratarán de elevarse y fusionarse con otras en la superficie inferior de las placas. Cuando las gotas se fusionen y alcancen un tamaño tal que la fuerza gravitacional de la gota sea suficiente para superar las velocidades de flujo descendentes, el aceite se eleva contra la corriente hacia la superficie del tanque por su densidad.



Las placas que se inclinan a 60 grados en dirección al flujo en la primera sección de la unidad proporcionan una separación de sólidos muy eficaz. La dirección del flujo del agua y sólidos en el Separador ayuda continuamente a mantener las placas limpias, asegurar un rendimiento óptimo continuo y reducir el mantenimiento.

El agua sale de la primera sección de la corriente paralela, luego fluye en una dirección ascendente entre otro juego de placas. En esta etapa, la mayoría de los sólidos ya se han eliminado y lo restante debe ir contra la gravedad. Nuevamente, las gotas de aceite se fusionan entre las placas y concurren a la superficie según la dirección del flujo.

Una vez en la superficie, el agua invierte de nuevo la dirección, fluye bajo la presa de aceite y en el vertedero de salida al punto de descarga.

#### *4.3.3.3. Disposición de Aguas Tratadas*

Las aguas tratadas fluyen por los vertederos de salida ajustables directamente a una poza de la cual se bombea por una tubería para su vertido en el mar.

#### *4.3.3.4. Remoción de Aceite*

El aceite separado en la planta de tratamiento se elimina automáticamente a través del sistema espumador integrado en el separador y se descarga al tanque de recolección de aceite por debajo de la unidad.

#### 4.3.3.5. *Remoción de Lodo*

Asimismo, el sistema eliminará los sólidos finos en suspensión los cuales se acumularán en la tolva de lodo. Se proporciona una válvula en la base de la tolva para propósitos de remoción de lodo.

#### 4.3.4. **Especificaciones de los equipos**

##### SEPARADOR CPI L-7105

Capacidad de Tratamiento	25m <sup>3</sup> /h
Máxima Recuperación de hidrocarburos	5 m <sup>3</sup> /h
Calidad del efluente	
Grasas y aceite libre	0-2000 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	10-200 mg/l
Calidad del efluente tratado	
Grasas y aceite libre	10 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	50 mg/l
Temperatura de diseño	55°C

### POZA DE RECOLECCIÓN DE EFLUENTES U-7109

- Capacidad de almacenamiento 1816 m<sup>3</sup>
- Altura 2.85 m
- Nivel de llenado 1.1 m
- Largo 50 m
- Ancho 33 m

### TANQUE T-7101

- Capacidad máxima 25,8 m<sup>3</sup>
- Altura 3,683 m
- Nivel de llenado 3,200 m
- Diámetro 3,0 m

### BOMBA P-7101

- Capacidad 25,0 m<sup>3</sup>/h
- Presión de succión 0,013 bar
- Presión de descarga 1,40 bar

#### **4.4. Caracterización del cuerpo receptor y efluente tratado**

Con el objeto de conocer las características actuales de la calidad del Mar de Melchorita (cuerpo receptor) y la calidad del efluente industrial tratado se debe determinar el impacto que produce este vertimiento sobre el cuerpo receptor.

Se han considerado tres (03) puntos de monitoreo en el Mar de Melchorita para los cuales se evaluarán en función al cumplimiento de las exigencias expuestas en los Estándares de Calidad Ambiental del Agua, Categoría 2, subcategoría C3 (D.S. 002-2008-MINAM) y en los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos (D.S. 037-2008-PCM))

##### **Metas de la caracterización:**

- Determinar y evaluar las características del Mar de Melchorita (cuerpo receptor) en función a los Estándares de Calidad Ambiental del Agua
- Determinar y evaluar las características del efluente industrial tratado en función de los Límites Máximos Permisibles para el sector Hidrocarburos.

#### 4.4.1. Monitoreo y evaluación de la calidad del agua del cuerpo receptor y efluente tratado

##### Descripción del Punto de Monitoreo

La ubicación y coordenadas de los puntos monitoreados (M-4, M-5 y M-6) se describen en las siguientes: Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7; Asimismo, en la Tabla 8 se describen las coordenadas del punto de vertimiento del efluente industrial tratado:

<i>Punto de Monitoreo M-4</i>		<i>Descripción</i>
<i>Norte (UTM)</i>	<i>8534526</i>	<i>100 metros al norte del punto de vertimiento</i>
<i>Este (UTM)</i>	<i>358204</i>	

Tabla 5: Coordenadas de la Estación de Monitoreo M-4 (Cuerpo Receptor)  
Fuente: Peru LNG

<i>Punto de Monitoreo M-5</i>		<i>Descripción</i>
<i>Norte (UTM)</i>	<i>8534526</i>	<i>100 metros al sur del punto de vertimiento</i>
<i>Este (UTM)</i>	<i>358548</i>	

Tabla 6: Coordenadas de la Estación de Monitoreo M-5 (Cuerpo Receptor)  
Fuente: Peru LNG

<i>Punto de Monitoreo M-6</i>		<i>Descripción</i>
<i>Norte (UTM)</i>	<i>8532847</i>	<i>2km aguas adentro del punto de vertimiento</i>
<i>Este (UTM)</i>	<i>356891</i>	

Tabla 7: Coordenadas de la Estación de Monitoreo M-6 (Cuerpo Receptor)  
Fuente: Peru LNG

<i>Punto de Vertimiento</i>	
<i>Norte (UTM)</i>	<i>8534383</i>
<i>Este (UTM)</i>	<i>358328</i>

Tabla 8: Coordenadas del punto del vertimiento  
Fuente: Peru LNG



*Fuente: Peru LNG*

Si la caracterización del Efluente del CPI, descargado al mar, cumple a la vez con el ECA Agua Categoría 3 (Riego de Vegetales DS-004-2017 MINAM), podría emplearse para el control de Polvo. Pero se debe implementar una solución de ingeniería para lograrlo.

## **4.5. Solución de Ingeniería – Reúso de Aguas Tratadas del CPI**

### **4.5.1. Incorporación de una reserva en la descarga del separador CPI**

El proyecto consiste en la incorporación de una reserva con bombas de descarga del separador CPI. Se usa dos bombas sumergibles para impulsar el agua directamente al depósito de efluente tratado (existente); de este tanque de agua será enviada a un sistema de riego con una bomba existente ya conectado.

- Además, el agua de rebose de este tanque se enviará por gravedad al tanque de almacenamiento de agua potable (existente) para diferentes propósitos fuera del alcance de los trabajos del proyecto.
- El separador CPI y el depósito de efluente tratado estarán conectados con una tubería de longitud 1.100 m aproximadamente. 300m de este gasoducto será enterrado, 500m sobre el rack de tuberías existente y 300m sobre soportes de tubería.
- El tanque de agua tratada y el tanque de almacenamiento de agua potable estarán conectados con una tubería de longitud aproximadamente 370m, 350m serán enterrados y 20m sobre soportes de tubería.



Figura 13: Vista de la locación del proyecto  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering



Figura 14: Área de Separador CPI y rack de tuberías  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering



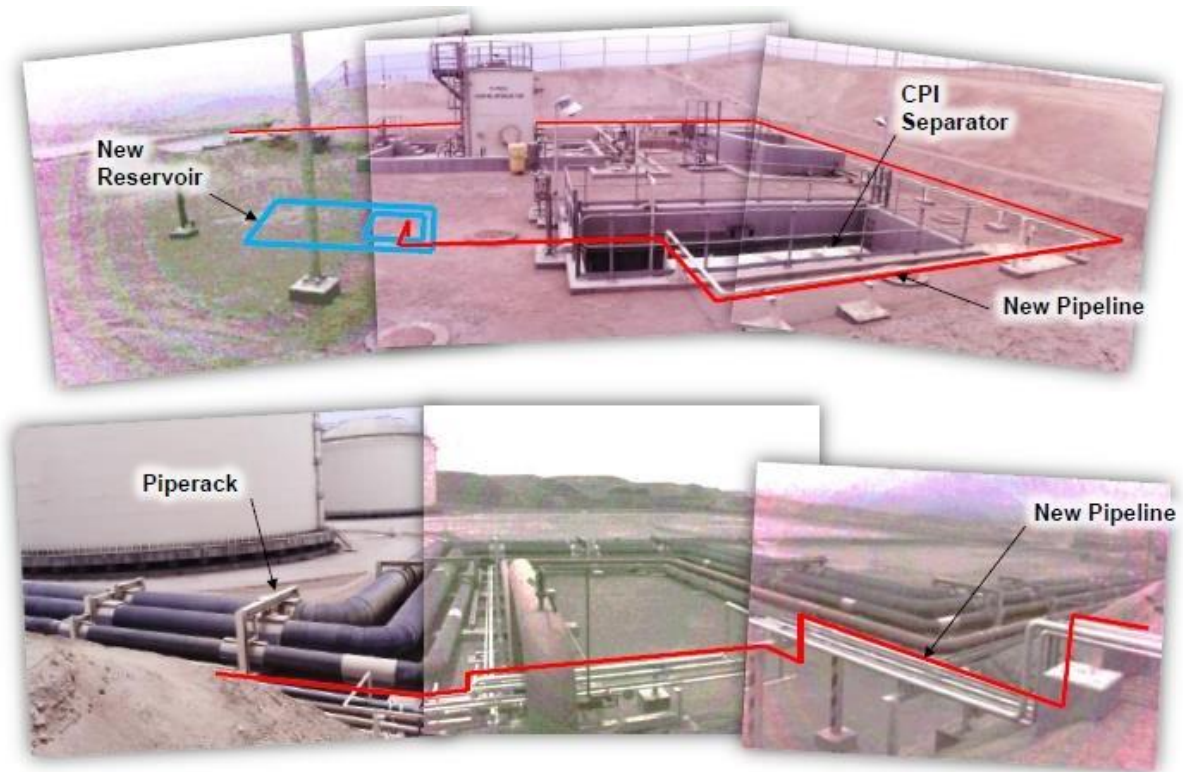


Figura 15: Área de Separador CPI y rack de tuberías  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering

#### 4.5.1.1. Tubería 1

Un punto de especial atención es la sección de la tubería 1 que cruza una vía transitable interna de la planta y luego sube una cuesta con 20 m de altura, aproximadamente, y en la tierra suelta que se ve erosionado e inestable es para apoyar la tubería.

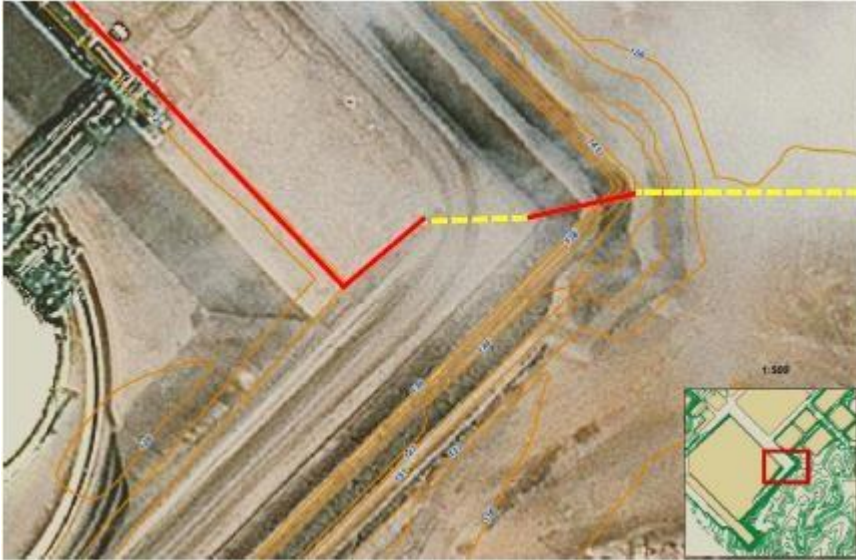


Figura 16: Tubería 1  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering



Figura 17: Tubería 1  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering

#### 4.5.1.2. *Tanque de efluente tratado (existente)*

Se asume que el depósito de efluente tratado y la bomba conectada a él se encuentran operativos y se utilizarán para el sistema de riego.



Figura 18: Tanque de efluente tratado (existente)  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering



Figura 19: Vista de tanque de efluente tratado (existente)  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering

#### 4.5.1.3. *Tanque de almacenamiento de Agua Potable (existente)*

Ninguno de los procesos de ingeniería afectará el sistema principal de almacenamiento de agua potable por osmosis inversa.



Figura 20: Tanque de almacenamiento de Agua Potable (existente)  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering

#### **4.5.2. Seguridad**

Se cumplirá con los Requisitos con HSE de PERÚ LNG como aplicables al servicio y como se estipula en los procedimientos de PERÚ LNG.

#### **4.5.3. Control de calidad / aseguramiento de la calidad**

Aseguramiento de la calidad

- Comprobación de calidad- Realizado por los ingenieros de todas las disciplinas.
- Revisión del diseño - Hecho por el ingeniero jefe de la disciplina.
- Auditoría de Calidad - Durante el proyecto y realizado por el auditor de calidad.

## Control de calidad

- Auto revisión - Realizado por el ingeniero líder del proyecto (Warley Parsons).
- Disciplina de revisión - Realizado por los ingenieros de disciplina.
- Revisión por PERÚ LNG - Hecho por el equipo de ingeniería de PERÚ LNG.

## Revisiones de diseño

- Para el desarrollo de la ingeniería básica las siguientes revisiones de diseño se completarán en las etapas de % de terminación que se muestran:
  - Rev A - esta es una etapa formal de revisión (revisión interna) y se llevará a cabo por el ingeniero jefe de las diferentes disciplinas y el equipo de ingeniería. Cuando los documentos no tienen comentarios internos serán sometidos a PERÚ LNG.
  - Rev B - esta es una etapa formal de la revisión que se llevará a cabo por el equipo de ingeniería de PERÚ LNG para hacer modificaciones si es necesario y a emitir nuevamente por PERÚ LNG para su aprobación.
  - Rev 0 - éste es generalmente el examen oficial final en la que los documentos incluyen comentarios de menor importancia de las revisiones anteriores. Será sometido a la PERÚ LNG al final del proyecto.

#### 4.5.4. Ingeniería básica

Alcance del Trabajo para la solución de Ingeniería:

- El alcance del servicio incluye la ingeniería básica para la construcción de un embalse de almacenamiento y/o estanque, bombeo y sistema de tuberías del Separador CPI (L-7105) en la ubicación final (Sur y Norte extendido de la zona) a las líneas de distribución, sistema de pulverización con el fin de implementar un sistema de reutilización para el efluente tratado en el separador CPI.

Control de documentos

El progreso que se asignará a las distintas etapas del desarrollo del proyecto se evidenciará con su respectivo control de documentos para facilitar las futuras gestiones de autorización de uso de agua y eliminar la autorización de vertimiento e muestra en la siguiente tabla.

Control Milestone	Weight
Work Initiation	20%
To be reviewed by Disciplines (Rev A)	50%
Reviewed by PLNG (Rev B)	85%
Client approval and signature (Rev 0)	100%

*Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering*

#### 4.5.5. Cronograma de ejecución de propuesta

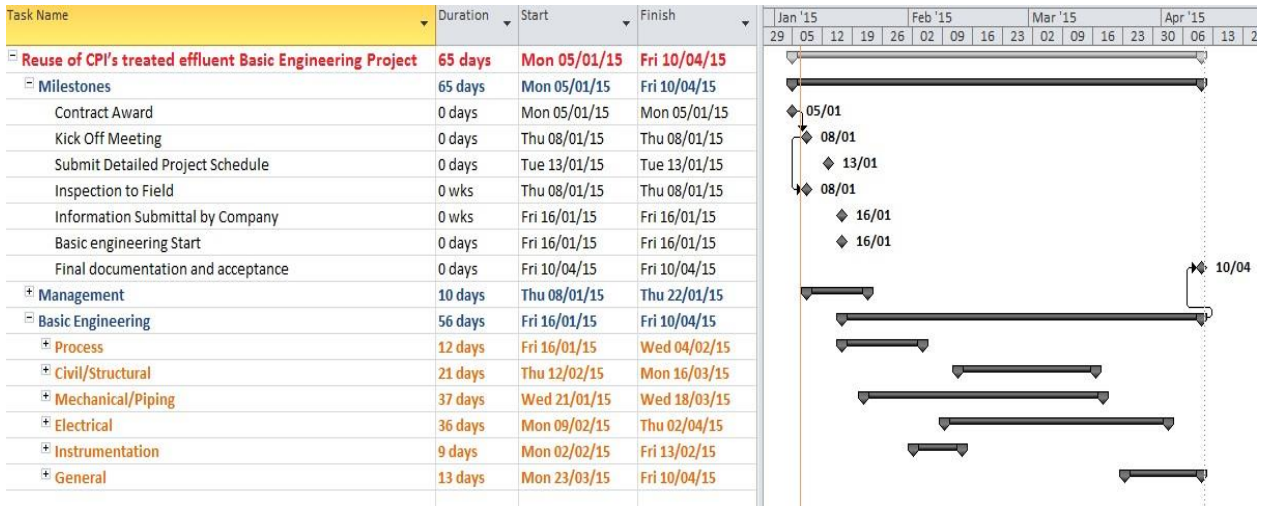


Figura 21: Cronograma de proyecto  
Fuente: CPI Warley Parsons Basic Engineering

El costo del Estudio Técnico y Factibilidad del Proyecto se estima en **\$90,000** + IGV (Precio fijo).

#### 4.5.6. Implementación del proyecto

Con el fin de implementar un sistema de reutilización para el efluente tratado del separador CPI. El alcance de este proyecto es una ingeniería básica que incluye la actualización de los documentos normativos; un informe de inspección de campo, el horario y el costo de estimación, que servirá para la construcción e instalación de sistema de reutilización del efluente tratado de CPI, eliminar el vertimiento al mar e incrementar el volumen de agua disponible para riego, control de polvo, lavado de componentes y pruebas contra incendio. Para éste proyecto se necesitarán fuentes de energía capaces de proporcionar el requerimiento de bombeo y traslado de los efluentes tratados para su reúso.



Google earth

pies  
km

3000

1



Figura 22: Puntos de Fluído Eléctrico que permitirán el proyecto.  
Fuente: Peru LNG



## 4.6. Definición de la Ingeniería a Implementar al Sistema de Reúso de Agua

### 4.6.1. Propósito

Evitar la descarga de efluentes industriales al mar. Tomar ventaja de los efluentes de buena calidad para su reutilización. Reducir la posibilidad de multas de OEFA debido a los parámetros de especificaciones (es decir, DQO, etc.) Reducir las quejas de los pescadores por la contaminación del agua de mar. Reducir el polvo en la mayor parte de la planta. Maximizar la eficiencia del uso del agua y disminuir el uso de camiones en el control del polvo. Y también asegurar que la descarga de Salmuera no se vea impactada con la nueva implementación.



Figura 23: Modelo propuesto: Eliminar las descargas al mar.  
Fuente: Peru LNG

### 4.6.2. Alcance

La Implementación alcanza a la construcción de la Ingeniería Propuesta, actualización de documentos técnicos y normativas aplicables..

## INGENIERÍA BÁSICA

Construcción de un depósito de almacenamiento y/o estanques, y sistema de bombeo por tuberías del Separador CPI (L-7105) con el fin de implementar un sistema de reutilización para el Separador CPI efluente tratado.

Costo estimado de la Fase de Construcción del Proyecto = **\$ 500 000 + IGV**

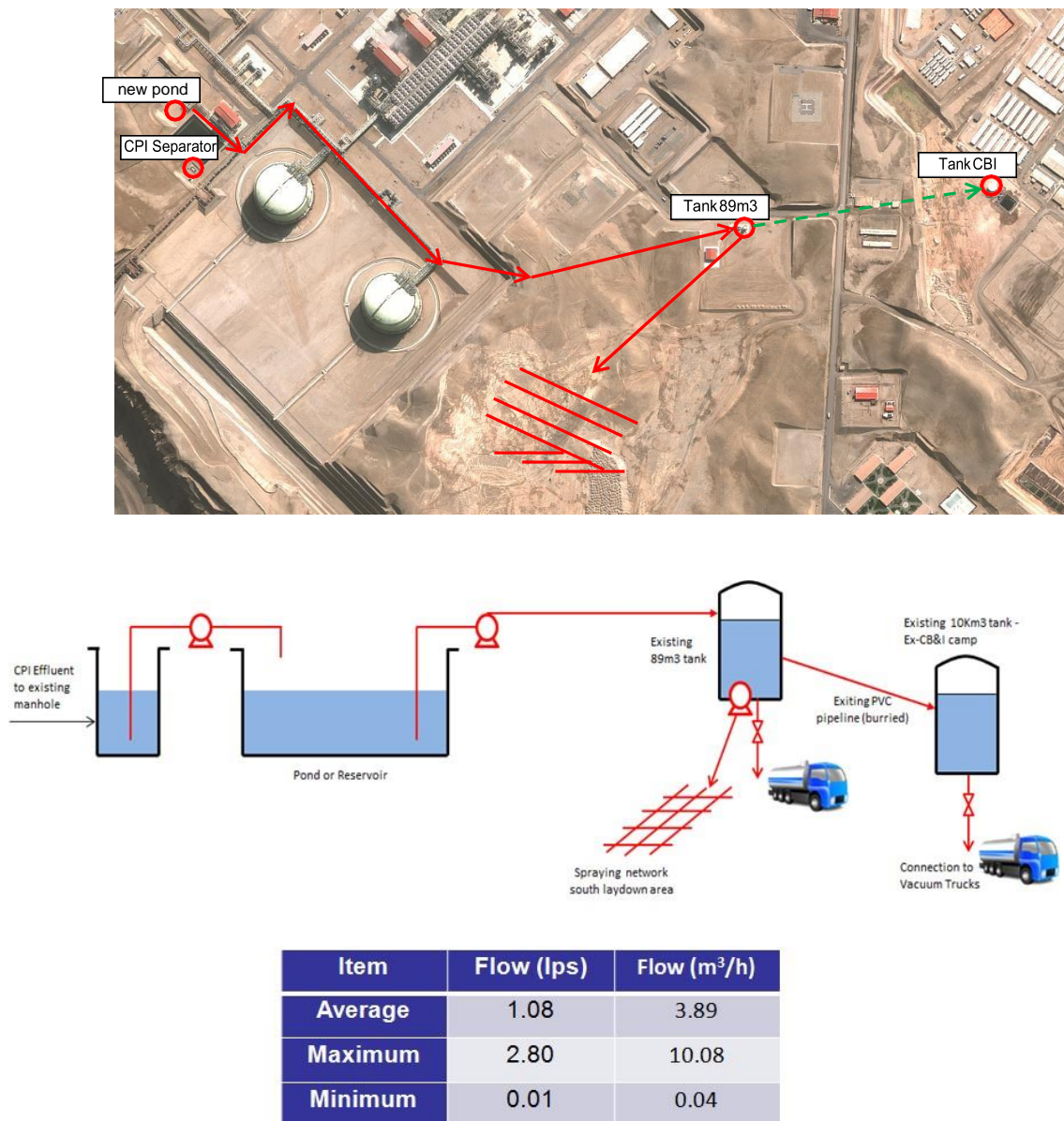


Figura 24: Modelo de Reúso del agua tratada del CPI  
Fuente: Peru LNG

#### 4.6.3. Sistema de reúso de los efluentes tratados del CPI

La implementación de ésta ingeniería permitirá la reutilización de los efluentes de la planta CPI y evitará la descarga de un efluente tratado industrial a la mar. Por lo tanto, la posibilidad de multas debido a las normas ambientales supera su será mitigado. Además, reducirá el uso de camiones para controlar el polvo y las actividades de riego.

Este sistema se construirá teniendo en cuenta los siguientes códigos, normas y referencias regionales y locales aplicables, incluyendo los requisitos de autorización instalación. En particular, la implementación del proyecto deberá cumplir con las siguientes normas:

Número del Documento	Título
ASME B31.3	Tuberías de proceso
ASTM A53	Tubos de acero, Negro y zinc por inmersión en caliente recubiertos, soldados y sin costura
API 608	Válvulas de bola de metal
ASTM A36	Acero estructural
ASTM A325	Pernos de alta resistencia para Acero Estructural
NFPA 70	Código Eléctrico Nacional
UL 6	Conducto de metal rígido-Acero
UL 83	Cables aislados termoplásticos
INS-000-SPE-0001	Especificación de Pintura y Revestimientos de Planta de GNL
D. S. N° 002-2008-MINAM	Norma de Calidad del Agua del Perú - 3ª Categoría (agua para riego y alimentación animal)

#### 4.6.4. Recorrido de cisternas (Oct/Nov/Dic 2015)

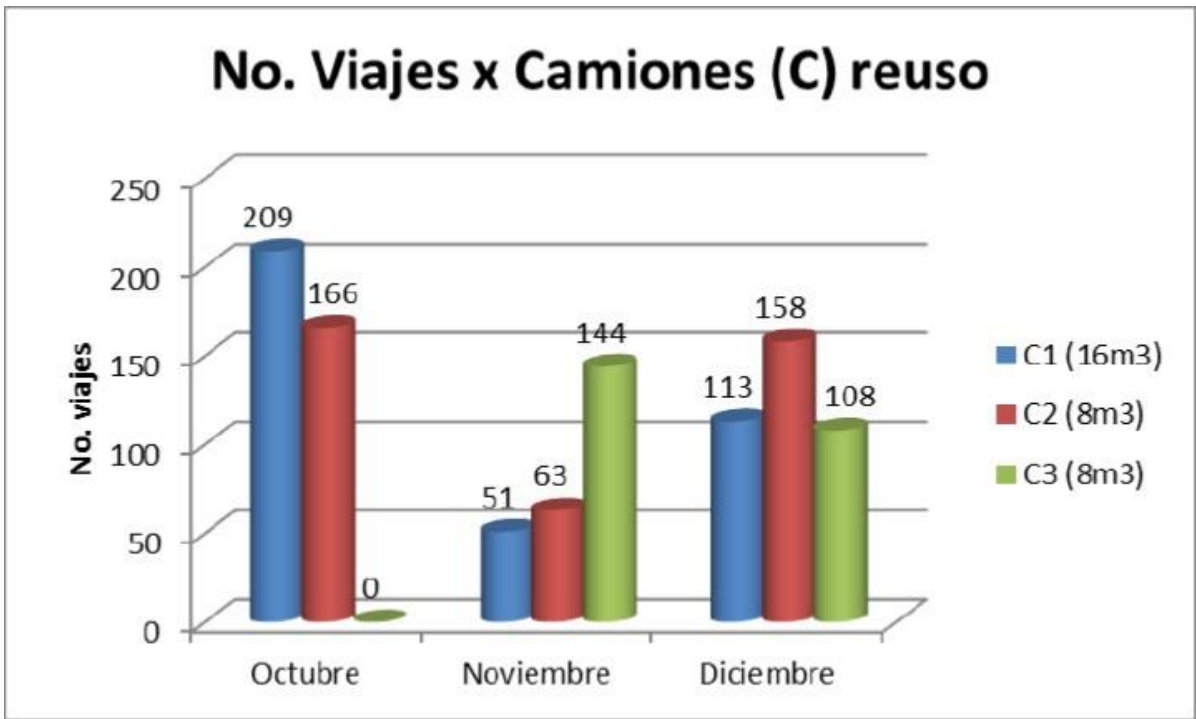


Tabla 13: Recorrido de cisternas (Oct/Nov/Dic 2015)

Fuente: CPI Project Peru LNG

(C) = Camión

- Pampa Norte (North lay-down area) = 45 viajes = 720 m<sup>3</sup>
- Pampa Sur (South lay-down area) = 491 viajes = 4,760 m<sup>3</sup>
- Accesos y plataformas = 10 viajes = 160 m<sup>3</sup>

Antes de la solución de Ingeniería, el uso de camiones representaba un gasto de S/. 140 322 mensuales aproximadamente.

#### 4.6.5. Análisis de Alternativas para Implementación de Ingeniería y Mejora del Sistema de Reúso

##### Alternativa no.1 (Pampa Norte)

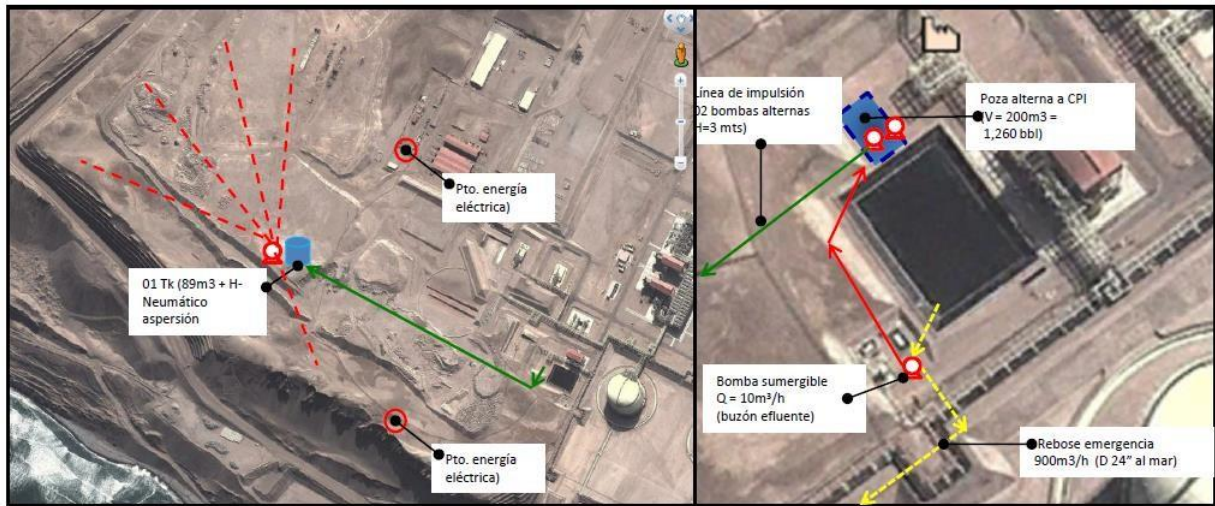


Figura 25: ALTERNATIVA No.1 (Pampa Norte)

Fuente: CPI Project Peru LNG

Componentes:

- Poza alterna a CPI (200m<sup>3</sup>) y by-pass de tubería 8" del CPI hacia dicha poza
- Bomba sumergible 10m<sup>3</sup>/h (62 bbl/h) y 02 centrifugas que alternan.
- Línea de impulsión (800mL)
- 01 tanque de 420 m<sup>3</sup> para irrigación
- Sistema de aspersión

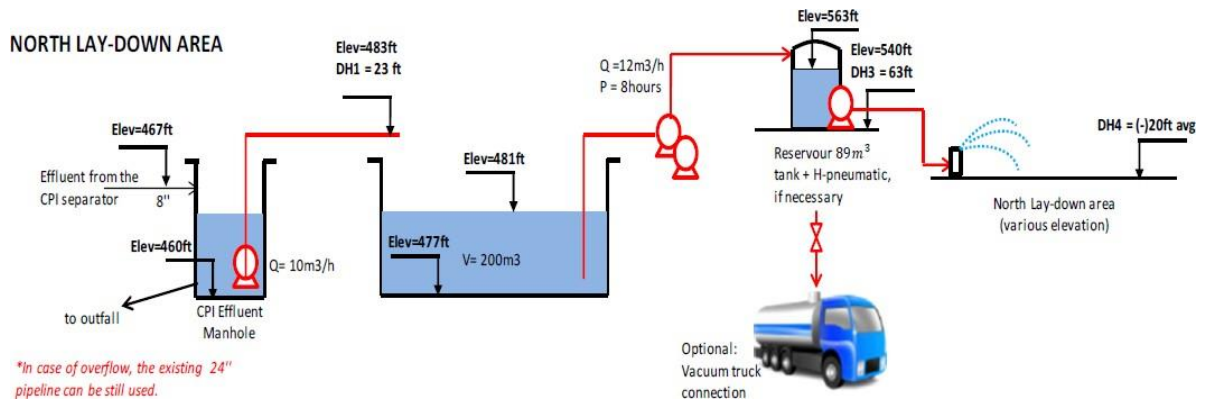


Figura 26: Diagrama ALTERNATIVA No.1 (Pampa Norte)  
Fuente: CPI Project Peru LNG

#### Ventajas:

- Reducción de uso de camiones cisternas y personal
- Establecer un punto de agua no potable para futuros áreas de riego en acantilado.
- Altura de ubicación de tanques permite aspersión por gravedad.

#### Desventajas:

- Problema de conductividad para uso en irrigación.
- Requerimiento de una línea de energía eléctrica para sistema de aspersión
- Reubicación de tanques 89m<sup>3</sup>
- Incremento en mantenimiento de bombas.
- Requiere actualización de EIA (ITS)

## Alternativa No.2 (Pampa sur)

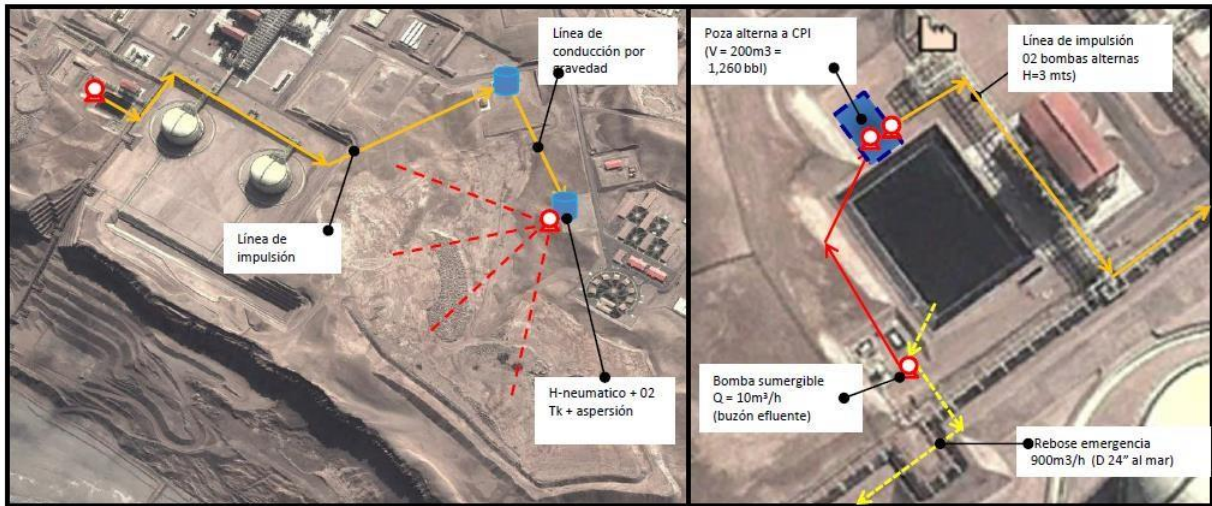


Figura 27: ALTERNATIVA No.2 (Pampa sur)  
Fuente: CPI Project Peru LNG

### Componentes:

- Poza alterna a CPI (200m<sup>3</sup>) y by-pass de tubería 8" del CPI hacia dicha poza
- Bomba sumergible 10m<sup>3</sup>/h (62 bbl/h) y 02 centrifugas que alternan.
- Línea de impulsión (1200mL) a través de rack de tuberías.
- 01 tanque de 240 m<sup>3</sup> para irrigación
- Sistema de aspersión.

## SOUTH LAY-DOWN AREA

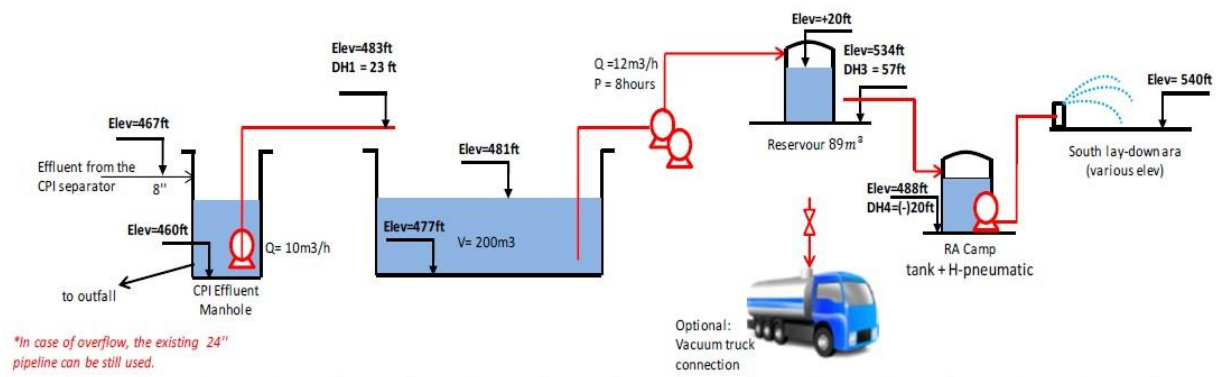


Figura 28: Diagrama ALTERNATIVA No.2 (Pampa Sur)  
Fuente: CPI Project Peru LNG

### Ventajas:

- Reducción de uso de camiones cisternas y personal
- Establecer un punto de agua no potable para futuros áreas de riego.
- Aprovecha el rack de procesos para traslado de línea de impulsión e instalación de tanque 89m<sup>3</sup>.

### Desventajas:

- Cruza la proyección del segundo tren de procesos
- Incremento en mantenimiento de bombas
- Requiere actualización de EIA (ITS)

### Solución

*Para la implementación de ingeniería se toman ambas soluciones (Alternativas N° 01 y 02) dándose la necesidad de ejecutar un ITS al Estudio de Impacto Ambiental.*



## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. Cuantificación de Volumen de Agua, antes y después de la solución de Ingeniería

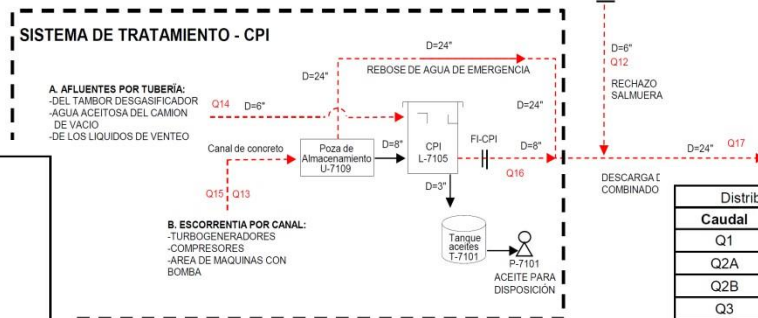
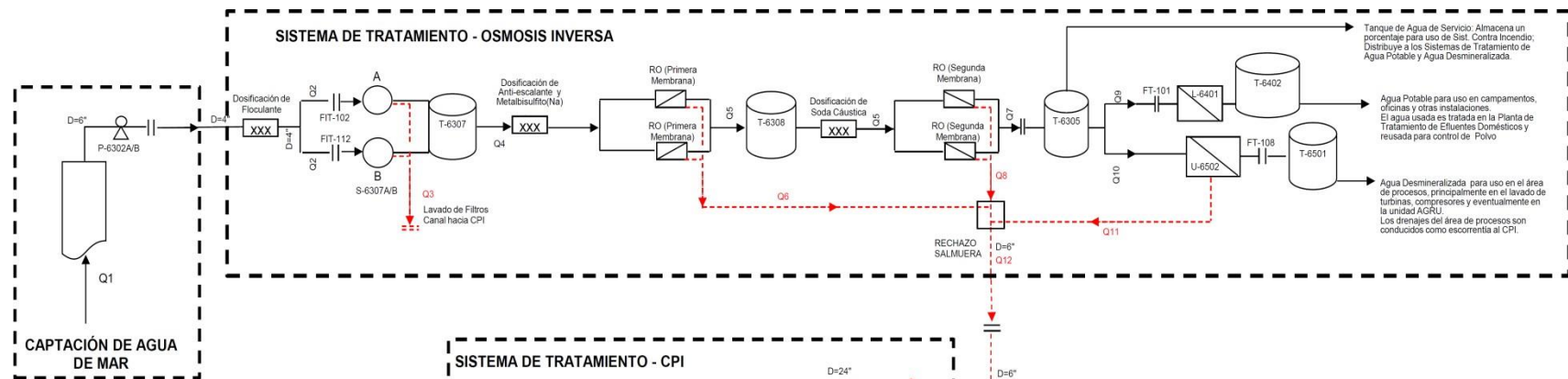
- Todos los datos de Volúmenes de agua se obtienen de la data de caudalímetros instalados en la Planta de Tratamiento.



Imagen Referencial de Caudalímetros

*Fuente: Peru LNG*

- Se verifican todos los datos de acuerdo a los cuadros de control del área de producción y mantenimiento.
- Se debe vincular la disponibilidad de ésta agua con los datos antes y después de la implementación de la mejora.
- A continuación, se observa el Diagrama de Volúmenes de Agua y Caudales antes de la ingeniería.



- Sistema de tratamiento - Osmosis Inversa**  
P-6302 A/B : Bombas Captación de Agua  
S-6307 A/B : Filtros Multimedia  
T-6307 : Tanque de Almacenamiento  
T-6308: Tanque de Agua Filtrada (1ra Membrana RO)  
T-6305: Tanque de Agua de Servicio (2da Membrana RO)  
L-6401: Planta Compacta de Agua Potable  
T-6402: Tanque de agua potable  
T-6501: Tanque de agua desmineralizada  
U-6502: Unidad de generación de agua desmineralizada  
FIT-102 / FIT-112: Caudalimetro al ingreso de filtros multimedia  
FT-101: Caudalimetro al ingreso de Planta de Agua Potable  
FT-108: Caudalimetro a la salida de Planta de Agua Desmineralizada
- Sistema de tratamiento - CPI**  
U-7109 : Poza de almacenamiento de afluentes  
L-7105 : Separador CPI  
T-7101 : Tanque de Aceite  
P-7101 : Bomba de Aceite  
FI-CPI : Caudalimetro de Ultrasonido a la salida del CPI

Distribución estimada de caudales en el sistema considerando un caudal anual de 525,600 m <sup>3</sup> /año			
Caudal	m <sup>3</sup> /año	L/s	Descripción
Q1	525,600	16.67	Captación de agua de mar
Q2A	262,800	-	Filtro multimedia A
Q2B	262,800	-	Filtro multimedia B
Q3	26,280	-	Lavado de filtros (al CPI)
Q4	499,320	-	Sale del Tanque T-6307
Q5	141,912	-	Agua Filtrada de la primera membrana de RO
Q6	357,408	-	Agua de rechazo de salmuera de la primera membrana de RO
Q7	110,376	-	Agua de Servicio de la segunda membrana de RO
Q8	31,536	-	Agua de rechazo de salmuera de la segunda membrana de RO
Q9	89,352	-	Agua que ingresa al sistema de tratamiento de agua potable
Q10	21,024	-	Agua que ingresa al sistema de tratamiento de agua desmineralizada
Q11	5,256	-	Agua de rechazo del sistema de tratamiento de agua desmineralizada
Q12	394,200	12.50	Confluencia de Q6, Q8 y Q11
Q13	35,478	-	Afluente por canal abierto (incluye Q3, Lavado de equipos y sist. incendios)
Q14	100	-	Afluente por tubería (incluye desgasificador, camion de vacio y liq. venteo)
Q15	460	-	Otras descargas no previstas (1,5% del Afluente Canal Abierto)
Q16	36,038	1.14	Descarga máxima estimada (flujo intermitente de Q13, Q14 y Q15)
Q17	430,238	13.64	Descarga de efluente combinado hacia el mar (total de vertimiento)
Qe	6,010	-	Evaporación y pérdidas en el sistema (0.05% - 0.12% del total m <sup>3</sup> /año)

**Nota:** El balance muestra como se distribuyen el agua de mar en el sistema. Estos caudales pueden variar en función de las condiciones operativas de la planta (Por ejemplo: mantenimiento de componentes, vaciado de tanques, contingencias y otros) Son referenciales para ilustrar como se distribuye el agua en cada uno de los procesos.

Figura 29: Diagrama de Volúmenes de Agua y Caudales del Sistema de reúso de Agua - CPI  
Fuente: Peru LNG – Balance Hídrico Anual de Planta

Year	Month	Total Volume of Treated Domestic Effluent Discharged to Sea (m3)	Total Volume Reused for Irrigation (m3) - TL	Total Volume Reused for Dust Control (m3)	Total Volume Transported at R3 (m3)
2015	January	3329.44	-	-	1453.85
2015	February	3123.61	16.00	826.00	3373.89
2015	March	3067.85	160.00	490.00	2289.40
2015	April	2733.05	0.00	0.00	1760.85
2015	May	1982.25	16.77	0.00	570.18
2015	June	2665.11	0.00	16.77	1777.62
2015	July	2507.91	0.00	0.00	2908.40
2015	August	680.90	16.00	826.00	1676.00
2015	September	813.84	160.00	490.00	2909.40
2015	October	1013.84	0.00	0.00	1790.77
2015	November	7817.00	0.00	0.00	1570.18
2015	December	0.00	0.00	16.77	1489.62
2016	January	0.00	648.00	2368.00	0.00
2016	February	0.00	944.00	2672.00	0.00
2016	March	0.00	1376.80	3121.00	5176.88
2016	April	0.00	1440.00	2792.00	3373.89
2016	May	0.00	1536.00	2064.00	2909.40

201 6	June	0.00	960.00	3576.0 0	1760.8 5
201 6	July	0.00	188.00	1376.8 0	1564.8
201 6	August	0.00	240.00	1536.0 0	1776
201 6	Septemb er	0.00	112.00	1144.0 0	1256
201 6	October	0.00	1968.00	3344.0 0	2232.0 0
201 6	Novemb er	0.00	1616.00	2768.0 0	2402.0 0
201 6	Decemb er	0.00	1888.00	2680.0 0	1939.0 0

Tabla 14: Volúmenes de Agua antes y después de la implementación de la ingeniería para la mejora del Sistema de Reúso  
Fuente: Peru LNG

## **5.2. Determinación de la Calidad del Agua, antes y después de la solución de Ingeniería**

### **5.2.1. Resultados de Monitoreos año 2015**

#### Antes de la Implementación para la Mejora del Sistema de Reúso de Agua

Los resultados en los puntos de monitoreo fueron los exigidos en el D.S. N° 002-2008- MINAM, en el que se aprueban los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – Categoría 2, Sub-categoría C3: Actividades Marino Costeras – Otras Actividades.

En la Tabla 9, 10 y 11 se describen los valores de los parámetros monitoreados comparándolos con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua según; con la finalidad de determinar si el cuerpo receptor está siendo afectado por el efluente industrial tratado.

En la Tabla 12 se describen los valores de los parámetros monitoreados del efluente industrial tratado, estos datos son mensuales y se ha tomado hasta el mes de agosto del año.

Los parámetros exigidos fueron los que se encuentran dentro del LMP (D.S. 037-2008-PCM) Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos y están incluidos con la finalidad de compararlos y evaluar si es que están cumpliendo con la normativa.

Resultados del Monitoreo de Agua de Mar antes de la Implementación de Ingeniería:

	Fecha	4/01/2015	4/06/2015	4/06/2015	4/06/2015	
	Estación de monitoreo	M4	M4	M4	M4	
Parameter	Unidades	Resultado	Resultados	Resultados	Resultados	D.S. N°002-2008-MINAM CATEGORIA 2 (C3)
pH	pH units	7.82	7.8	7.87	7.95	6.8 – 8.5
Temperatura de la muestra	°C	20.2	20.8	19.8	17.3	-
Temperatura del ambiente	°C	24	23.1	21.3	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	18	24	19	28	70
aceites y grasas	mg/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.1	2
TPH	mg/L	<0.04	<0.04	<0.04	<0.0002	no visible
DBO5	mg/L	2	<2	3	<2	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	NA	NA	7.58	≥ 2.5
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	-	-	-	-	0.08
<b>INORGÁNICOS</b>						
Amoniaco	mg/L	0.032	0.042	0.089	-	0.21
Arsénico total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05
Cadmio total	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	0.0093
Cobre total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05
Cromo VI	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.05
Fosfatos	mg/L	-	-	-	0.058	0.1
Mercurio total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
Níquel total	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.1
Nitratos	mg/L	NA	NA	NA	0.195	0.3
Plomo total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0081
Silicatos	mg/L	-	-	-	0.897	**
Zinc total	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.081
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Total Coliforms	NMP/100mL	<1.8	NA	NA	<1.8	1000
Fecal Coliforms	NMP/100mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1000

Tabla 9: Resultados de la estación de monitoreo M-4  
Fuente: Peru LNG

	Fecha	4/01/2015	4/06/2015	4/06/2015	4/06/2015	
	Estación de monitoreo	M-5	M-5	M-5	M-5	
Parameter	Unidades	Resultado	Resultados	Resultados	Resultados	D.S. N°002-2008-MINAM CATEGORIA 2 (C3)
pH	pH units	8	7.84	7.79	7.99	6.8 – 8.5
Temperatura de la muestra	°C	21.8	19.2	19	17	-
Temperatura del ambiente	°C	24.5	20.9	21.8	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	16	7	11	24	70
aceites y grasas	mg/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2
TPH	mg/L	<0.04	<0.04	<0.04	<0.0002	no visible
DBO5	mg/L	<2	<2	2	<2	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	NA	NA	6.38	≥ 2.5
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	-	-	-	-	0.08
<b>INORGÁNICOS</b>						
Amoníaco	mg/L	0.051	<0.004	0.102	-	0.21
Arsénico total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05
Cadmio total	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	0.0093
Cobre total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05
Cromo VI	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.05
Fosfatos	mg/L	-	-	-	0.081	0.1
Mercurio total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
Níquel total	mg/L	<0.0002	0.0043	<0.0002	<0.0002	0.1
Nitratos	mg/L	NA	NA	NA	0.051	0.3
Plomo total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0081
Silicatos	mg/L	-	-	-	0.99	**
Zinc total	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.081
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes totales	NMP/100mL	<1.8	NA	NA	<1.8	1000
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1000

Tabla 10: Resultados de la estación de monitoreo M-5  
Fuente: Peru LNG

	Fecha	4/01/2015	4/06/2015	4/06/2015	4/06/2015	
	Estación de monitoreo	M-6	M-6	M-6	M-6	
Parámetros	Unidades	Resultado	Resultados	Resultados	Resultados	D.S. N°002-2008-MINAM CATEGORÍA 2 (C3)
pH	pH units	8.09	7.94	7.89	7.85	6.8 – 8.5
Temperatura de la muestra	°C	22.1	19.1	19	17.6	-
Temperatura del ambiente	°C	25	20.6	21.8	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/L	21	40	12	57.9	70
aceites y grasas	mg/L	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2
TPH	mg/L	<0.04	<0.04	<0.04	<0.0002	no visible
DBO5	mg/L	3	3	3	<2	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	NA	NA	7.29	≥ 2.5
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	-	-	-	-	0.08
<b>INORGÁNICOS</b>						
Amoniaco	mg/L	0.033	<0.004	0.037	-	0.21
Arsénico total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0062	0.05
Cadmio total	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.00003	-	0.0093
Cobre total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.05
Cromo VI	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.05
Fosfatos	mg/L	-	-	-	0.055	0.1
Mercurio total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
Niquel total	mg/L	<0.0002	0.0043	<0.0002	<0.0002	0.1
Nitratos	mg/L	NA	NA	NA	0.07	0.3
Plomo total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0081
Silicatos	mg/L	-	-	-	0.969	**
Zinc total	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	0.028	0.081
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes totales	NMP/100mL	<1.8	NA	NA	<1.8	1000
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1000

Tabla 11: Resultados de la estación de monitoreo M-6  
Fuente: Peru LNG



Parámetro *	Estándar Nacional D.S. 037-2008-PCM	Estándar ECA Agua Cat 2	Estándar de la Planta	Unidad	Resultado
pH	6.0 - 9.0	6.5 – 8.5	6.0 - 9.0	Unid. de pH	8.20
Cloro Residual	0.2	0.2	0.2	mg/l	<0.02
SST	-	-	50	mg/l	9
Aceites y Grasas	20	20	10	mg/l	1.2
TPH	20	-	20	mg/l	<0.04
DBO <sub>5</sub>	50	50	50	mg/l	3
DQO	250	250	250	mg/l	62
Nitrógeno (NH <sub>3</sub> )	40	40	40	mg/l	<0.004
Fósforo	2	2	2	mg/l	0.057
Cromo Hexavalente	0.1	0.1	0.1	mg/l	<0.002
Coliformes Totales	1000	1000	1000	NMP/100mL	79
Coliformes Fecales	400	400	400	NMP/100mL	13
Mercurio <sup>1</sup>	0.02	0.02	0.02	mg/l	<0.0001
Arsénico <sup>1</sup>	0.2	0.2	0.2	mg/l	<0.004
Bario	5	50	5	mg/l	<0.0005
Cadmio <sup>1</sup>	0.1	250	0.1	mg/l	<0.0003
Cromo Total <sup>1</sup>	0.5	40	0.5	mg/l	<0.0008
Plomo <sup>1</sup>	0.1	2	0.1	mg/l	<0.001
Cobre <sup>1</sup>	-	-	0.5	mg/l	<0.002

Tabla 12: Resultados de monitoreo del Efluente Industrial Tratado LMP (D.S. 037-2008-PCM)

Fuente: Peru LNG

Los Resultados de LMP del Efluente CPI, Cumplen con lo los parámetros físico químicos e inorgánicos del ECA Agua Categoría 2, para riego. Sustento suficiente para considerar ésta agua apta para el reúso.

## 5.2.2. Resultados del monitoreo del año 2016

### Después de la Implementación de la Mejora del Sistema de Reúso de Agua

Calidad del agua de mar y del efluente tratado del CPI (2016)

				2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
				Septiembre	Septiembre	Septiembre	Octubre	Octubre	Octubre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Report Code				MA1401678 OP1400867	MA1401678 OP1400867	MA1401678 OP1400867	MA1406836 OP1403068	MA1406836 OP1403068	MA1406836 OP1403068	MA1411373 OP1404743	MA1411373 OP1404743	MA1411373 OP1404743
Sampling Date				07-Feb-16	07-Feb-16	07-Feb-16	20-May-16	20-May-16	20-May-16	06-Aug-16	06-Aug-16	06-Aug-16
Sampling Time				16:50	15:30	14:20						
Parameter	Units	Project Standard	Seguimiento (15% sup)	M-4	M-5	M-6	M-4	M-5	M-6	M-4	M-5	M-6
pH	pH units	6.8 – 8.5		8.21	8.23	8.19	7.86	7.81	7.82	7.86	7.87	7.8
Temp of sample	°C	-		24.6	23.9	25.7	20.6	20.6	20.3	17.2	18.1	17.5
Temp of environment	°C	-		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TSS	mg/L	30	25.5	14	12	12	11	11	9	30	26	30
Oils and Greases	mg/L	2	1.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
TPH	mg/L	No visible traces		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

BO <sub>5</sub> D	mg/L	10	8.5	<1	1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1
COD	mg/L	-		95	89	87	1,122	921	1,017	22	20	30
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NO <sub>3</sub> -/L	0.3	0.255	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Chromium VI	mg/L	0.05	0.0425	<0.002	<0.002	<0.002	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Fecal Coliforms	NMP/100 mL	30	25.5	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Hg	mg/L	0.0001	0.000085	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004

As	mg/L	0.036	0.0306	0.003	0.002	0.002	0.005	0.005	0.005	0.001	0.003	0.002
Ba	mg/L	-		0.006	0.003	0.003	0.016	0.013	0.012	0.006	0.005	0.008
Cd	mg/L	0.004	0.0034	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Ni	mg/L	0.0082	0.00697	0.0005	<0.0004	0.0007	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Pb	mg/L	0.0081	0.006885	<0.0004	<0.0004	0.004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Zn	mg/L	0.081	0.06885	0.0081	0.0035	0.0042	0.0137	0.0073	0.0125	0.0122	0.0159	0.0151
Total Chromium				<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Phosphorus				<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Fenoles	mg/L			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Salinidad en aguas				34.6	34.7	34.6	35.3	35.3	35.3	34.7	34.7	34.8
DO	mg/L	≥ 4		8.26	8.14	8.2	7.46	7.32	7.6	7.61	7.16	7.31
Conductivity	us/cm	-		52.6	52.8	52.4	53.2	53.8	53.7	53.5	53.3	53.4
TDS	mg/L	-		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total Coliforms	NMP/100 mL	30	25.5	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Silicato (*)	mg/L			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Fosfatos	mg Si-SiO <sub>4</sub> /L			NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TPH (Fracción aromática)	mgPO <sub>4</sub> -3-P/L			NA	NA	NA	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cu	mg/L	0.0031	0.002635	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.001
Se	mg/L	0.01	0.0085	0.009	0.007	0.008	0.009	0.009	0.009	0.004	0.005	0.006

Agua de Mar (Febrero – Agosto 2016)

Parameter	Units	ECA-Cat3	January	February	March	April	May
pH	Unid.pH	6-8.5	9.04	7.78	8.49	8.84	8.94
Total Suspended Solids	mg/L	-	12	7	5	5.00	3
Oil & Grease	mg/L	1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)	mg/L	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
BOD <sub>5</sub>	mg/L	15	2	3	1	2	1
Nitrogen (as NH <sub>3</sub> ) / Nitrogeno Amoniacal	mgN-NH <sub>3</sub> /L	-	0.027	0.3	0.092	0.015	0.053
Phosphorus	mg/L	-	<0.2	0.5	<0.2	<0.2	<0.2
Total Coliforms	NMP/100mL	1000	<1.8	<1.8	<1.8	4.50	4
Feecal Coliforms	NMP/100mL	5000	<1.8	<1.8	<1.8	2.00	<1.8
Mercury <sup>1</sup>	mg/L	0.001	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Arsenic <sup>1</sup>	mg/L	0.05	0.005	0.006	0.002	0.002	0.001
Barium	mg/L	0.7	0.022	0.023	0.0190	0.03	0.028
Cadmium <sup>1</sup>	mg/L	0.005	0.0002	0.0002	<0.0002	<0.0002	0.00
Lead <sup>1</sup>	mg/L	0.05	0.0007	0.0028	<0.0004	0.0013	0.0008
Conductivity	mS/cm	<2000	44000	50900	37500	47600	25300

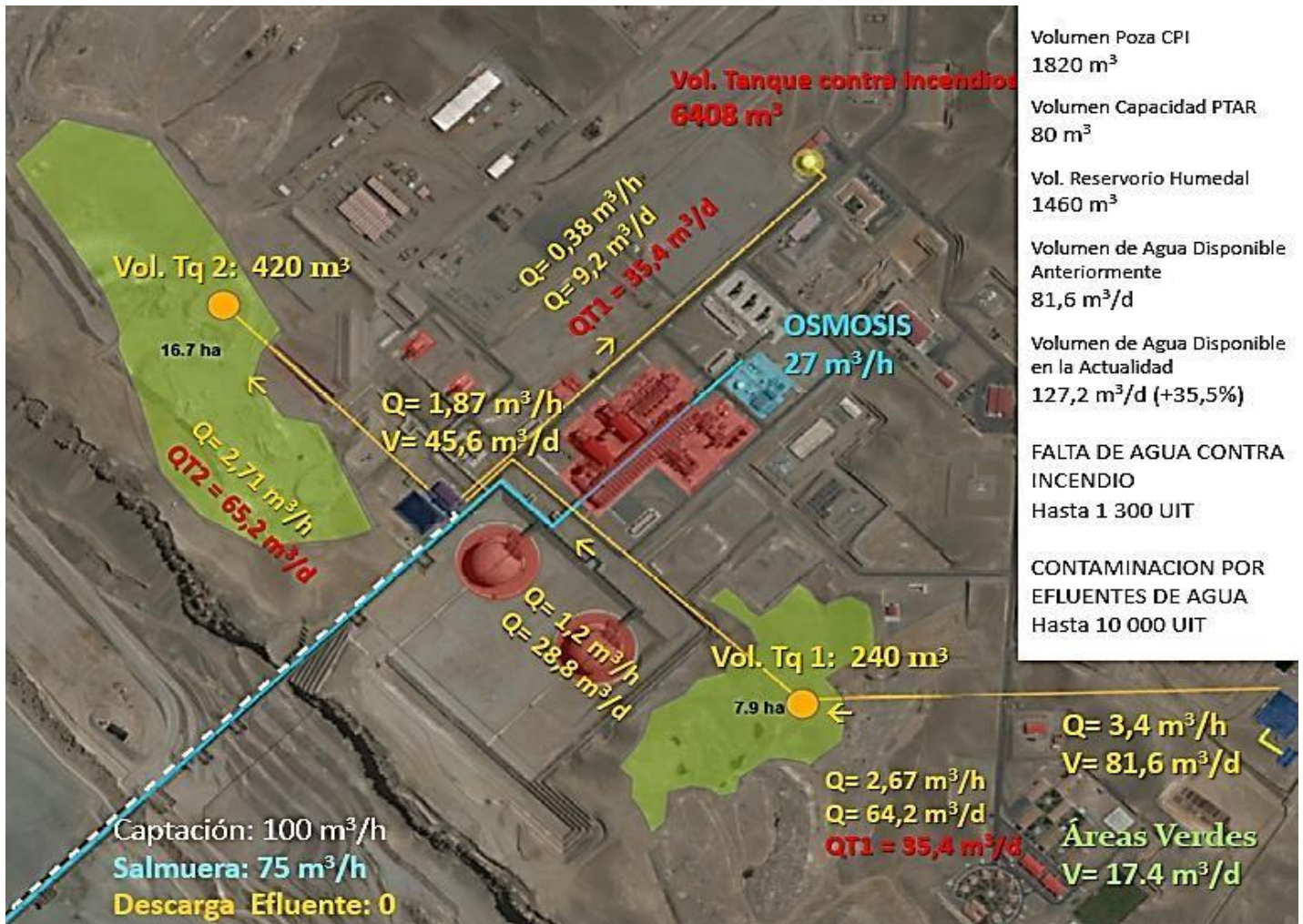
*Efluente CPI - Agua para Riego y Control de Polvo*

Tabla 135: Conjunto de Data de Monitoreo Luego de la Implementación de la Ingeniería (Enero – Mayo 2016)

Fuente: CPI Project Peru LNG

### 5.3. Resultados Positivos de la Implementación de Ingeniería

Los beneficios de haber aplicado la solución de ingeniería resultan en el aumento de la disponibilidad del caudal del CPI, aumentando directamente la disponibilidad de volumen de agua para actividades necesarias como son, riego para áreas verdes, riego para control de polvo y disponibilidad de agua para pruebas contra incendio.



*Fuente: Propia - Análisis de Disponibilidad Final del Agua en la Planta lego de la mejora*

Todos los resultados mantienen los valores por debajo de los establecidos por los LMP establecidos en el Decreto supremo 037-2008-PCM.

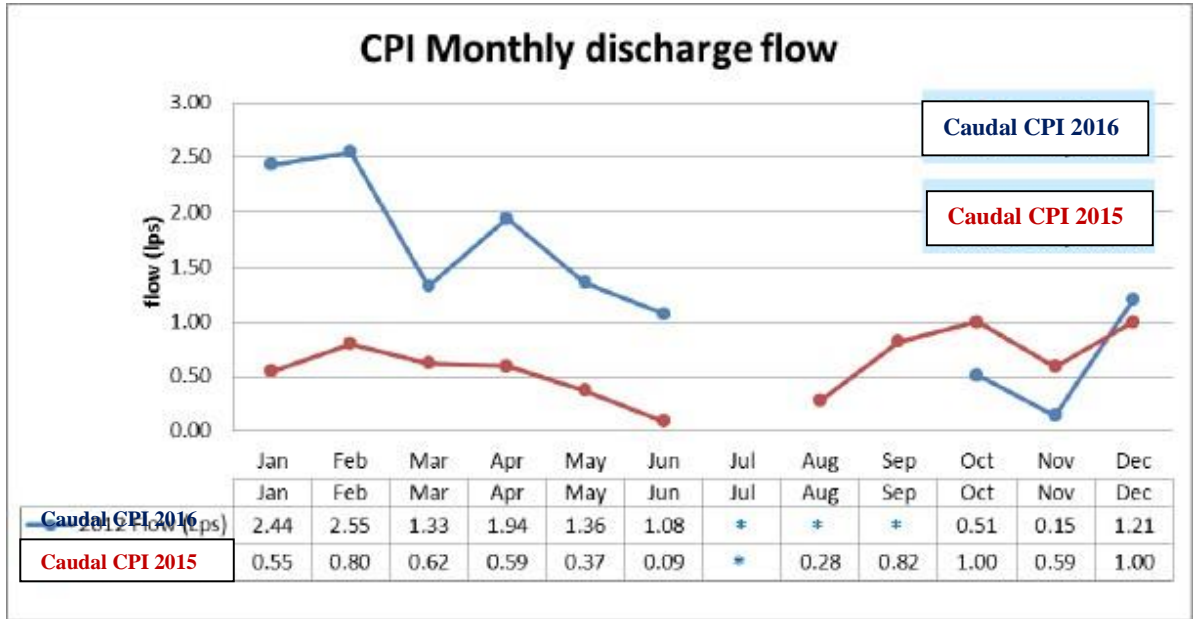


Tabla 146: Balance de agua para reúso  
Fuente: CPI Project Peru LNG

- Volumen acumulado/año del CPI aumentó a doble en 2016 con respecto al 2015 el nuevo caudal recibido de la implementación de Ingeniería.
- Volumen acumulado/año del CPI se interrumpió entre Julio, Agosto y Septiembre 2016 por el ShutDown.

En el Noviembre del 2016 los volúmenes promedios (Enero – Noviembre 2016) disponibles para Irrigación y Control de Polvo fueron:

Año	Actividad	Volumen (m <sup>3</sup> /día)
Noviembre 2016	Riego de áreas verdes	17.4
Noviembre 2016	Control de Polvo	109.8

Tabla 157: Distribución de reúso referencial 2016  
Fuente: CPI Project Peru LNG

- 86% usado para control de polvo. El resto para mantenimiento de áreas verdes.
- Distribución de agua para el mantenimiento de áreas verdes es usando menos camiones cisternas.

En Noviembre del 2016, los viajes de los camiones para Riego del control de Polvo se redujeron a 0.

## **5.4. Resumen de Resultados Vs Objetivos de la Tesis**

### **5.4.1. Volumen de agua luego de la Implementación de Ingeniería**

De los datos de caudalímetros y de la Tabla 13 se obtiene:

AGUA DISPONIBLE PARA REUSO (m3)	
Antes de la Implementación de Ingeniería (m <sup>3</sup> /año)	Después de la Implementación de Ingeniería (m <sup>3</sup> /año)
Agua Tratada del PTAR + Humedal	Agua Tratada del PTAR + Humedal + CPI
28376	44792

Siendo actualmente un total de 16416 (m<sup>3</sup>/año) adicionales gracias a la mejora. (35% más)

### **5.4.2. Calidad de agua luego de la Implementación de Ingeniería**

De los datos de monitoreo y de las Tablas 12 y 15 se obtiene que la calidad de agua se mantiene para los LMP 037-2008-PCM. Y para el ECA Agua Categoría 2 (DS 004 – 2017 – MINAM) siendo sustento suficiente para que éste efluente sea considerado apto para reúso.

### **5.4.3. Beneficios Positivos de la Implementación de Ingeniería**

De la Tabla 13, se obtiene que se usaban en promedio 337 viajes mensuales con camiones cisterna los cuales se redujeron a 0 para el control de polvo. Solo se utilizan 15 viajes mensuales para el riego de áreas verdes actualmente.

Actualmente no existen descargas al mar y la probabilidad de sanción por este motivo es nula.

Se tiene más agua para abastecer el tanque contra incendios.

Se tiene más agua para control de polvo.

Se cuenta con más facilidad de riego para las áreas verdes.



## CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1.1. Comparación de los Resultados con Antecedentes Cuantitativos de estudios de interés para la investigación. (Antecedentes 1.1.1)

Parámetros del Agua de Mar (*Murray, 2003*)

Year		2003	2016	2016	2016	2016
Month		MURAY	Febrero	March	Abril	Mayo
Report Code		-	MA1401791 OP1400925	MA1403207	MA1405018 OP1402416	MA1406811 OP1403059
Sampling Date		-	10-Feb-16	10-Mar-16	15-Apr-16	19-May-16
Sampling Time		-	11:45:00 a.m.	10:38:00 a.m.	4:28 p.m.	12:15:00 p.m.
Parameter	Units	MURAY	T2-10: Medio	T2-10: Medio	T4-12 OEFA	T3-12: Medio
TSS	mg/L	35	25	21	12	15
Bicarbonates	mg CaCO <sub>3</sub> /L	143	121.4	NA	NA	118.8
Chlorides	mg/L	19,5	20,294	NA	NA	19,894
Fluorides	mg/L	1.3	0.22	NA	NA	0.26
Sulfates	mg/L	2,713	2,813	NA	NA	2,778
Ca	mg/L	409	532.051	345.477	456.88	558.346
K	mg/L	389.0	371.1	364.2	467.7	452.4
Mg	mg/L	1302	1013	1391	1,259.31	1534
Sr	mg/L	13.6	8.0452	7.1483	9.5253	9.3175
Salinity	%	34.32	34.8	NA	NA	35

Comparando los resultados del Mar de Melchorita con el Agua de Mar de Inglaterra (*Murray*)

se encuentran ligeras diferencias en cuanto a Solidos Disueltos Totales, esto debido a la temperatura de nuestro es más frío y disminuye la dilución propiciando la precipitación de solutos y factores externos a la naturaleza de solutos encontrados en el mar Atlántico, los demás parámetros son análogos. **Luego de la implementación de Ingeniería, los parámetros de agua de mar se mantienen inclusive comparando con aguas internacionales.**

Parámetros de una Planta de Tratamiento de Agua Residual (*Meléndez, 2015*)

Parámetro*	Estándar Nacional **	Estándar EIA	Estándar de la Planta	Unidad	PERU LNG (2016)	MELENDEZ (2015)
pH	6-9	6.0 – 9.0	6.0 - 9.0	unit	7.99	7,08
TSS	50	20	10	mg/L	<2	37
Aceites y Grasas	20	-	20	mg/L	3.1	3,53
DBO <sub>5</sub>	50	250	250	mg/L	<2	12,69
DQO	250	-	40	mg/L	<2	78,18
Coliformes Fecales	400	-	0.02	MPN/100 ml	<1.8	7886,23

Comparando los resultados del Efluente CPI de Melchorita con los Resultados de la PTAR de la Mina La Arena (*Melendez*) se encuentran grandes diferencias debido a la procedencia de los mismos parámetros, todo el efluente tratado de CPI de Melchorita, proviene del lavado de componentes externos en su mayoría, los efluentes de la Mina son netamente mineros, aumentando considerablemente los solutos encontrados y por tal motivo, indicando mayor cantidad de Sólidos Disueltos Totales, Demanda Química de Oxígeno y Coliformes Fecales. Curiosamente, siendo el CPI una planta de tratamiento de aguas residuales del lavado de componentes del proceso de licuefacción de gas (hidrocarburos) no presente mayores aceites y grasas comparándolo con el de la mina.

***Luego de la implementación de Ingeniería, los parámetros del CPI evidencian que su calidad es indiscutible para considerarla como fuente de reúso para riego y otros servicios.***

## **6.1.2. Discusión Cualitativa de los Datos después de la Mejora del Sistema de Reúso de Agua**

### 1. Discusión de Resultados del Mar de Melchorita (M-4, M-5 y M-6)

Tal como observamos en la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11, los resultados obtenidos en las estaciones de monitoreo realizado en los meses de Enero, Abril, Junio y Setiembre 2016, se verifica que todos los parámetros exigidos cumplen con la normativa del D.S. N°002-2008-MINAM para la Categoría 2 - sub categoría C3. Actividades Marino Costeras.

***Luego de la implementación de Ingeniería, los parámetros de agua de mar se mantienen.***

A continuación, describiremos gráficamente los parámetros de pH, Aceites y Grasas, TPH y DBO;

#### a) Valor de PH

Tal como se puede apreciar en las figuras 31, 32 y 33 de los puntos de monitoreo M-4, M-5 y M-6, los valores de pH en todos los meses monitoreados se encuentran dentro de los límites establecidos en los Estándares de Calidad de Agua exigido (D.S. N° 002 – 2008 – MINAM – Categoría 2) “Actividades Marino Costeras “sub categoría C3 “Otras Actividades”.

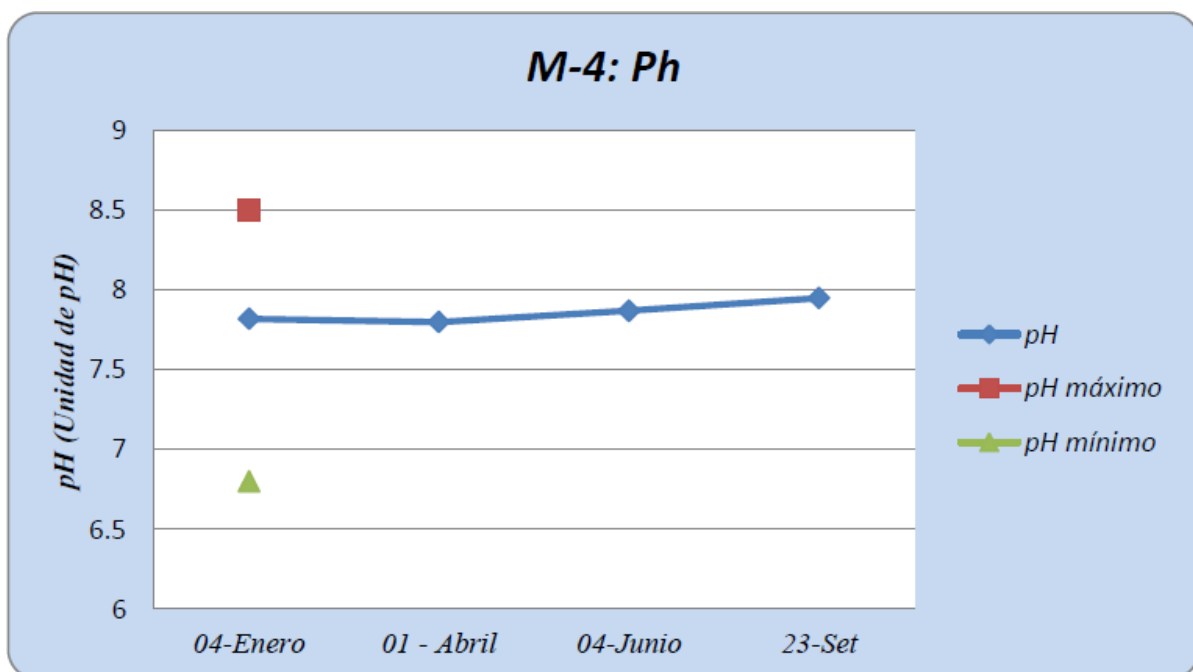


Figura 30: Valor de pH en la Estación de Monitoreo M-4  
Fuente: Peru LNG

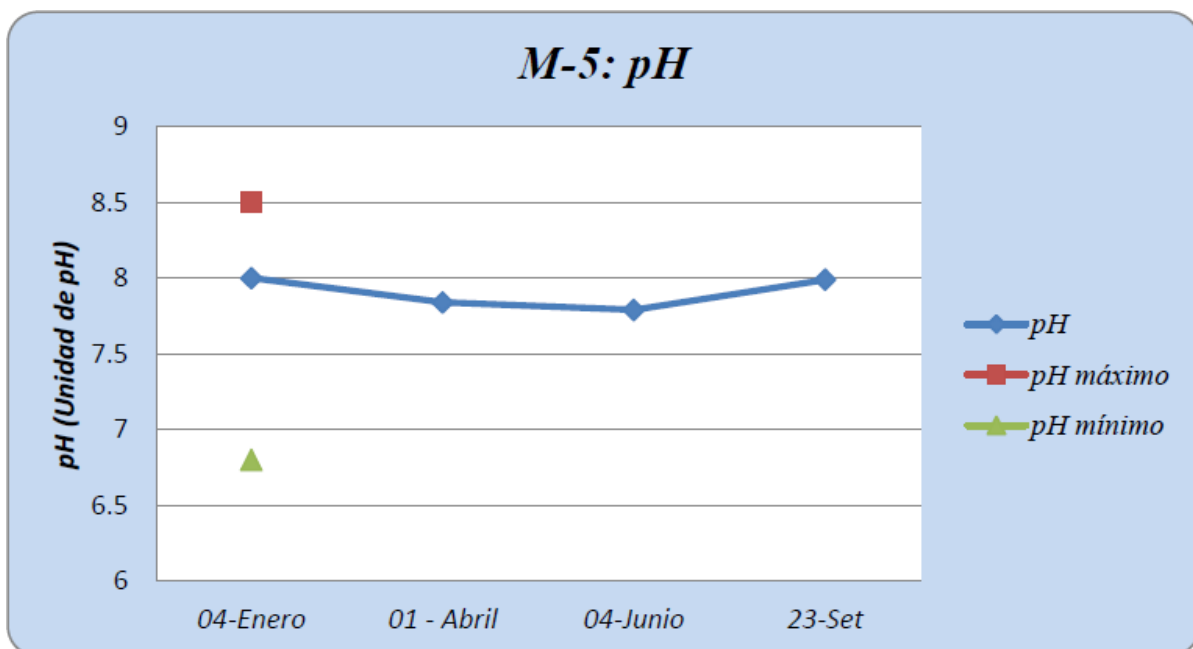


Figura 31: Valor de pH en la Estación de Monitoreo M-5  
Fuente: Peru LNG

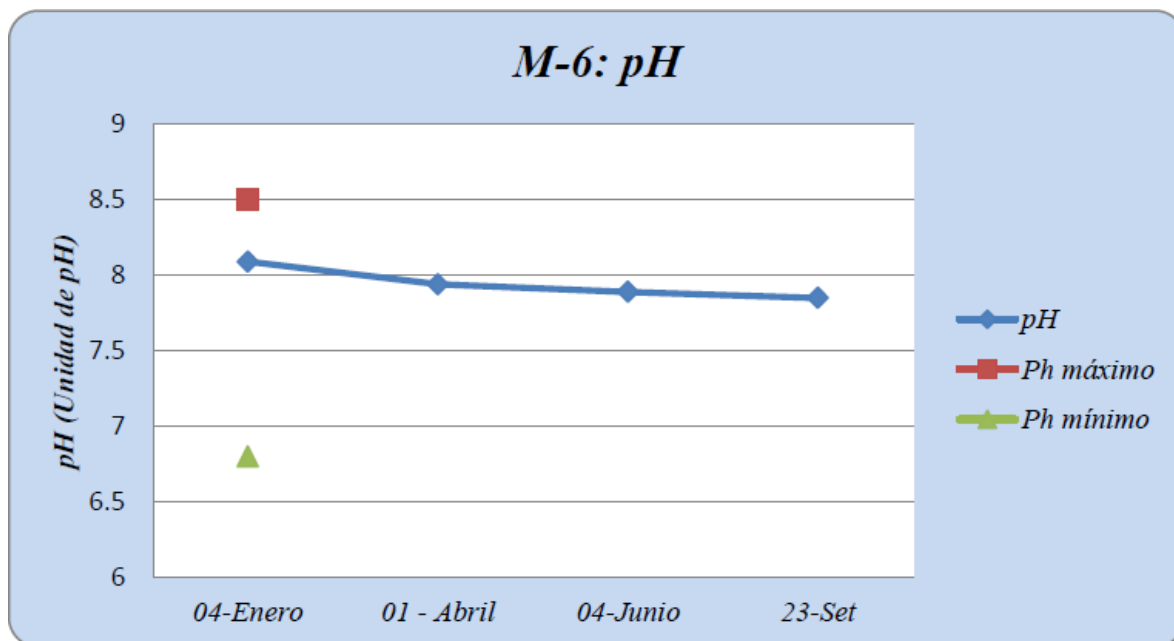


Figura 32: Valor de pH en la Estación de Monitoreo M-6  
Fuente: Peru LNG

b) Aceites y Grasas

Tal como se puede apreciar en el Gráfico 34, 35 y 36 los valores de Aceites y Grasas en los distintos puntos de monitoreo cumplen con lo establecido en el ECA exigido en el D.S. N° 002 – 2008 – MINAM – Categoría 2 “Actividades Marino Costeras”, sub categoría C3 “Otras Actividades”.

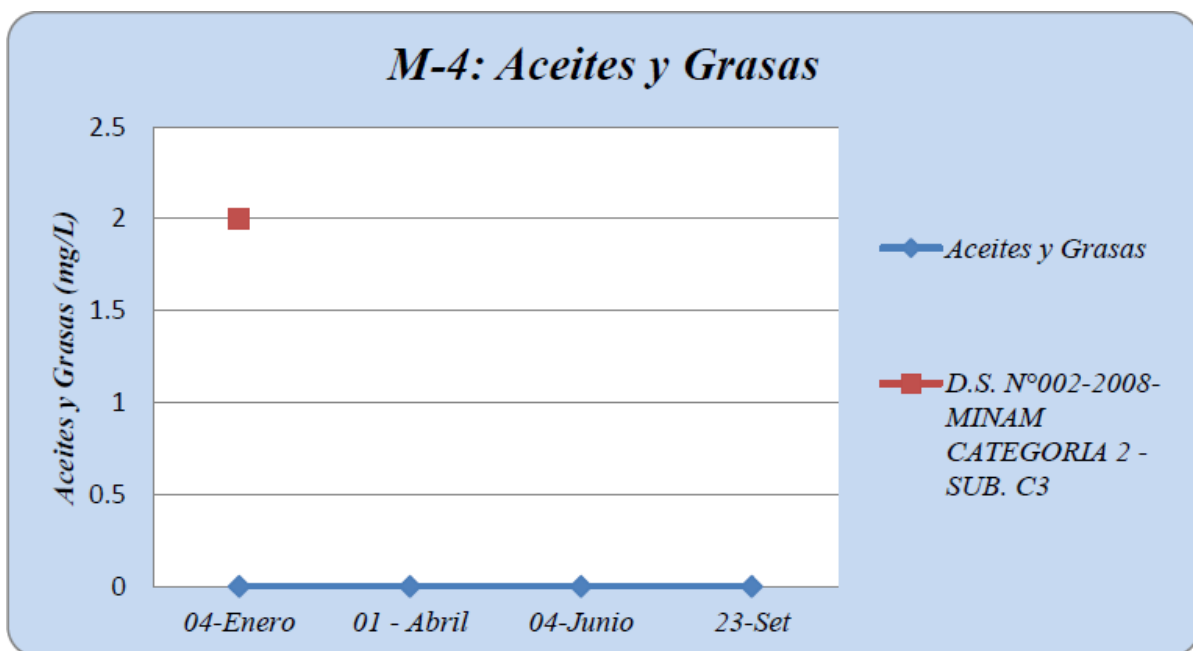


Figura 33: Valor de Aceites y Grasas en la Estación de Monitoreo M-4  
Fuente: Peru LNG

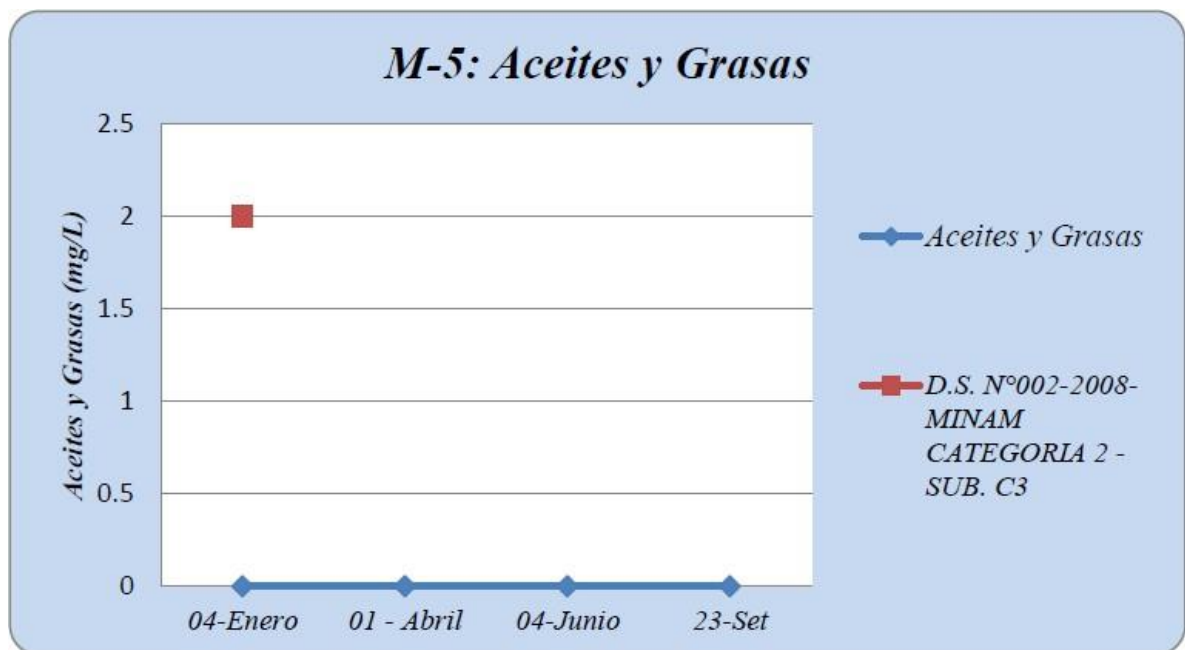


Figura 34: Valor de Aceites y Grasas en la Estación de Monitoreo M-5  
Fuente: Peru LNG

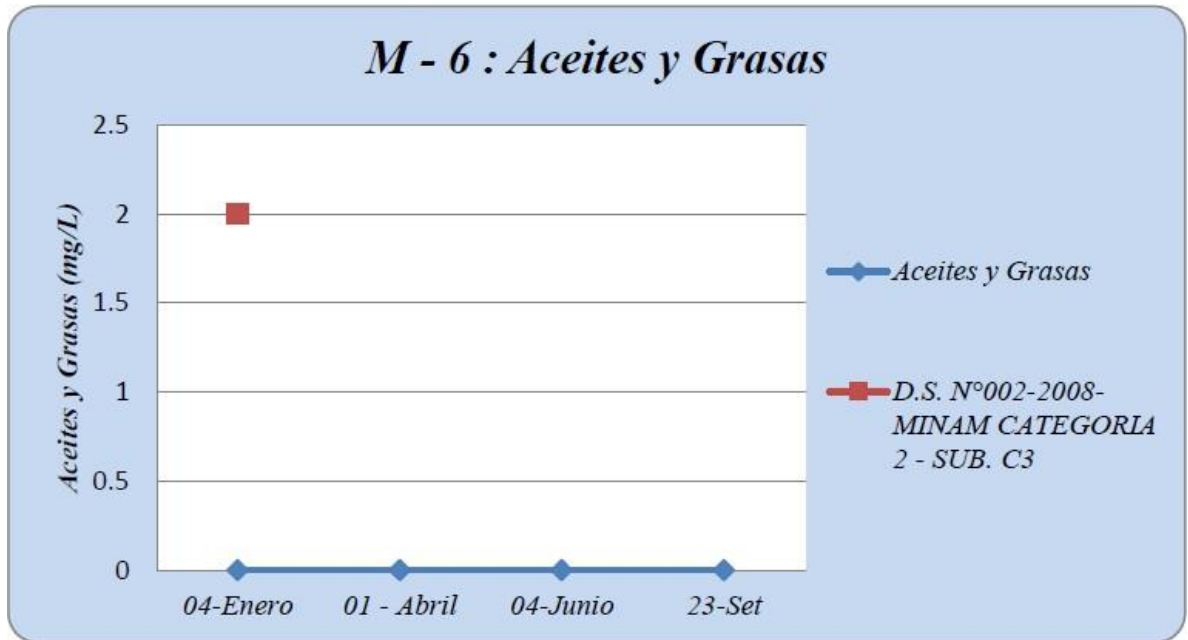


Figura 35: Valor de Aceites y Grasas en la Estación de Monitoreo M-6  
Fuente: Peru LNG

c) TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo)

Tal como se puede apreciar en el Gráfico N° 37, 38 y 39 los valores de TPH en los distintos puntos de monitoreo cumplen con lo establecido en el ECA exigido en el D.S. N° 002 – 2008 – MINAM – Categoría 2 “Actividades Marino Costeras”, sub categoría C3 “Otras Actividades”.

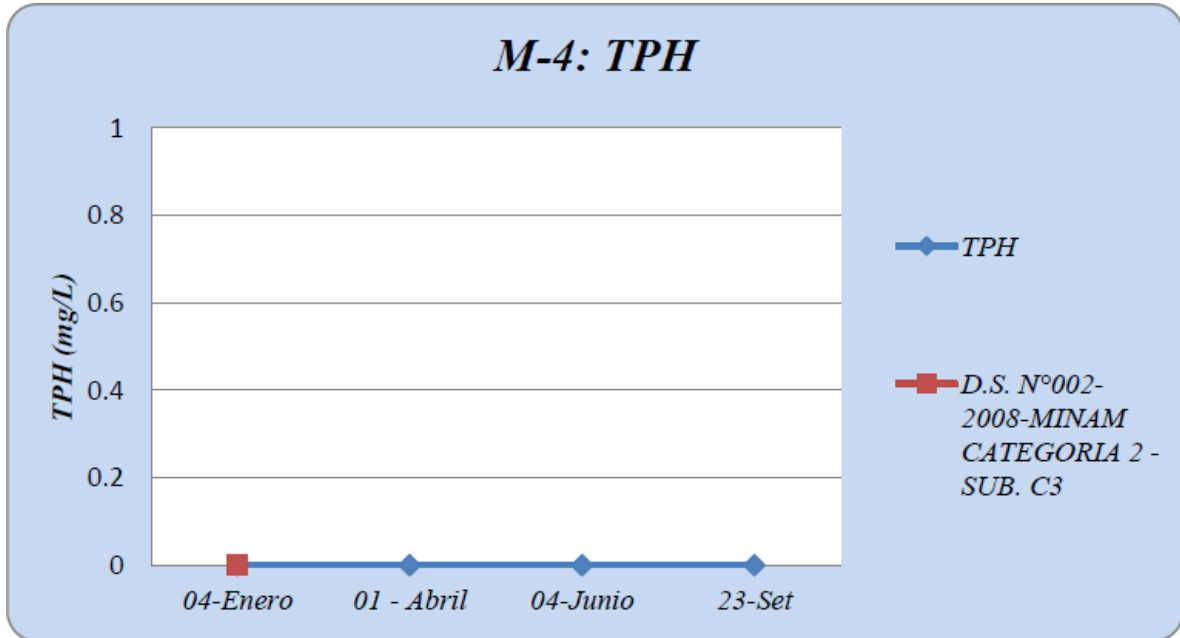


Figura 36: Valor de TPH en la Estación de Monitoreo M-4  
Fuente: Peru LNG

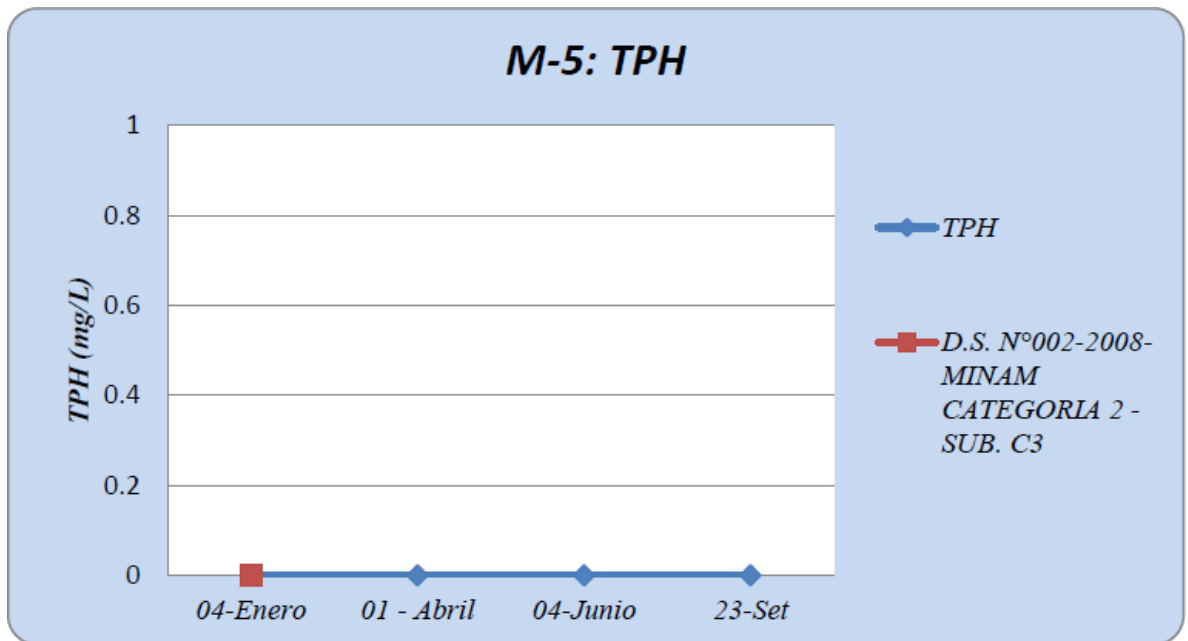


Figura 37: Valor de TPH en la Estación de Monitoreo M-5  
Fuente: Peru LNG



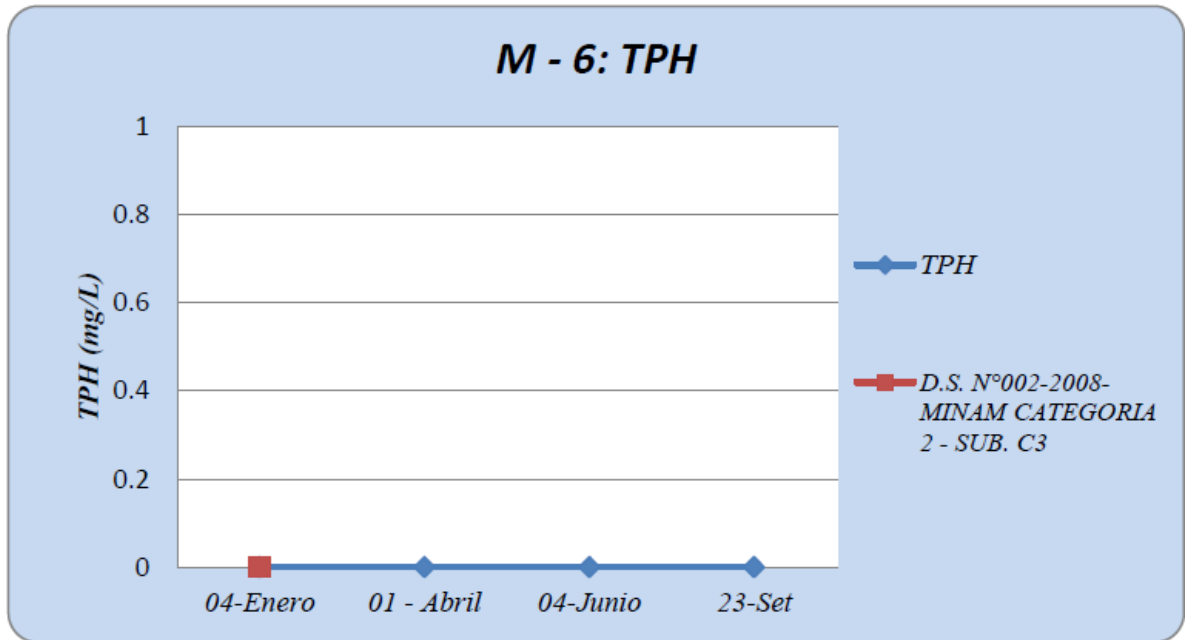


Figura 38: Valor de TPH en la Estación de Monitoreo M-6  
Fuente: Peru LNG

Tal como se puede apreciar en el Gráfico N° 40, 41 y 42 los valores de DBO en los diferentes puntos de monitoreo, cumplen con lo establecido en el ECA exigido en el D.S. N° 002 – 2008 – MINAM – Categoría 2 “Actividades Marino Costeras”, subcategoría C3 “Otras Actividades”.

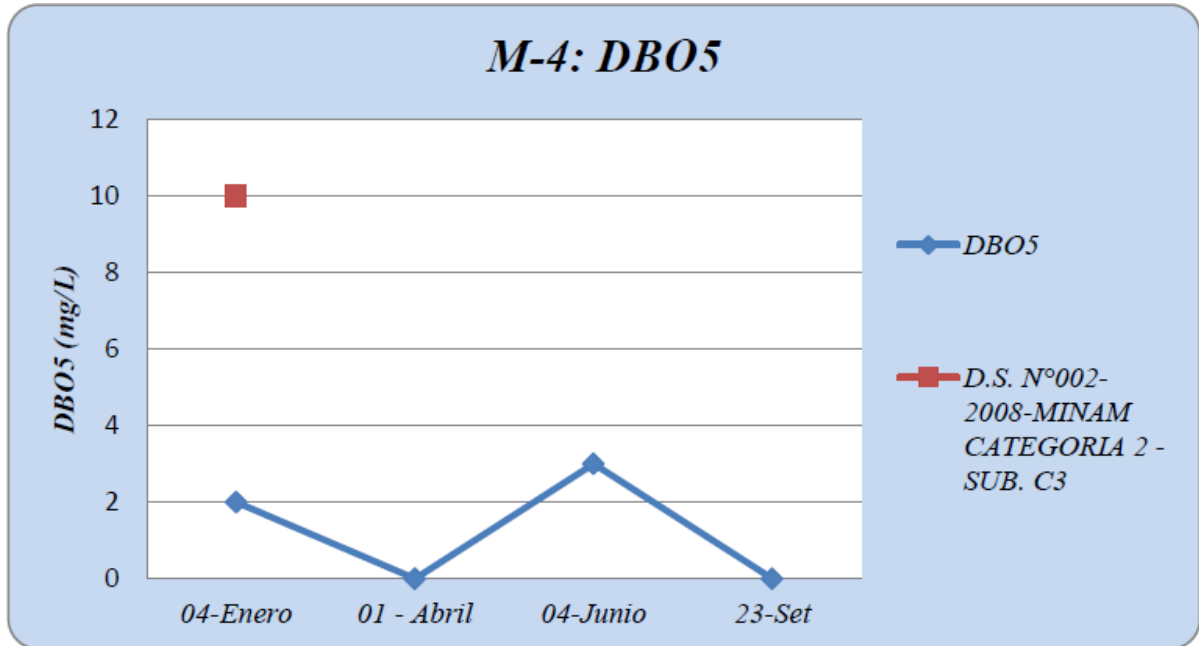


Figura 39: Valor de la DBO en la Estación de Monitoreo M-4  
Fuente: Peru LNG

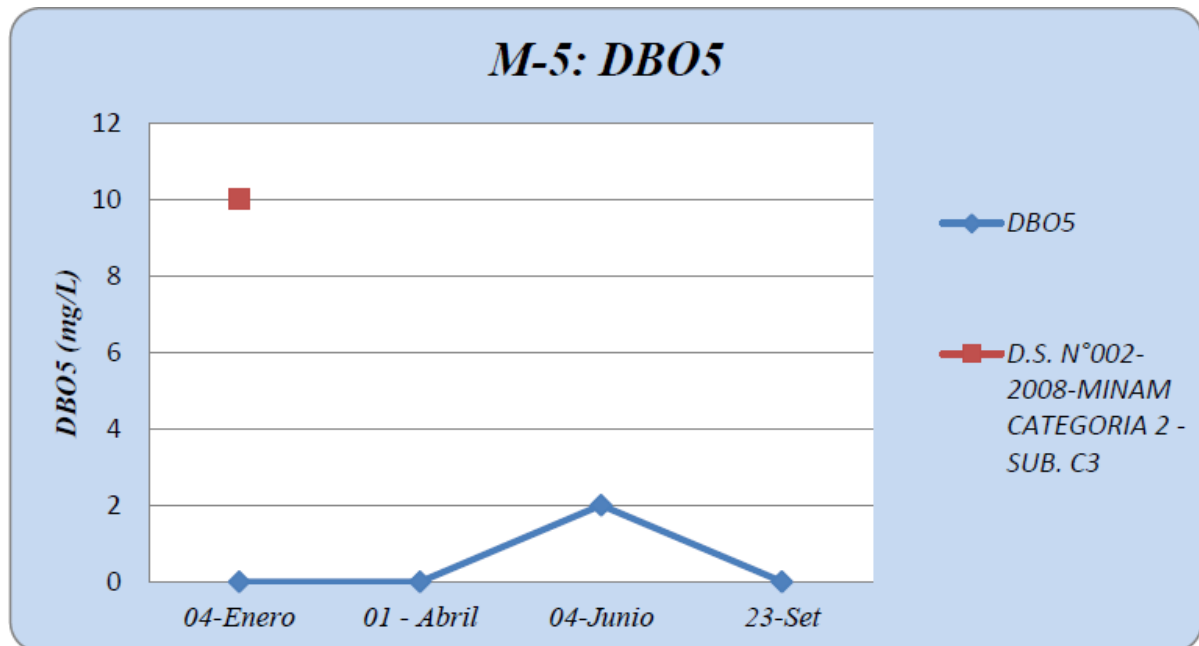


Figura 40: Valor de la DBO en la Estación de Monitoreo M-5  
Fuente: Peru LNG

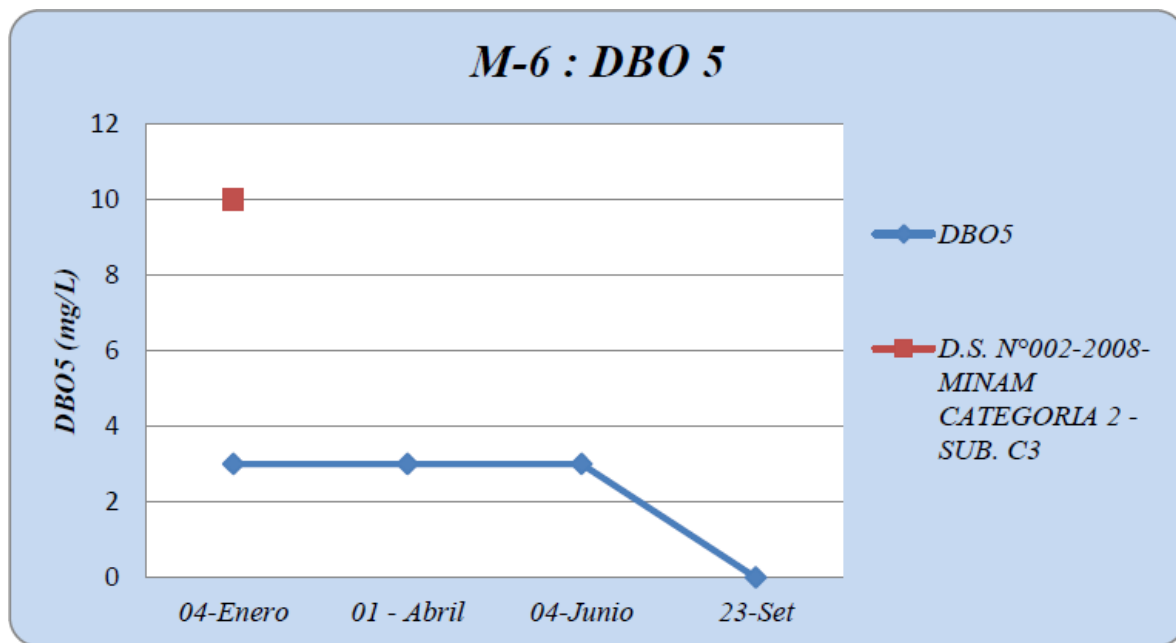


Figura 41: Valor de la DBO en la Estación de Monitoreo M-6  
Fuente: Peru LNG

## 2. Discusión de Resultados del Vertimiento Industrial Tratado

Tal como lo observamos en la Tabla N° 12 todos los parámetros monitoreados cumplen satisfactoriamente con lo exigido por los Límites Máximos Permisibles del sector Hidrocarburo (D.S. 037-2008-PCM).

***Luego de la implementación de Ingeniería, los parámetros del efluente CPI se mantienen y al compararlos con el ECA Agua para Uso de Riesgo se encuentra apto para REUSO.***

A continuación, describiremos gráficamente los parámetros de pH, Aceites y Grasas, TPH y DBO;

a) Valor de PH

Los valores de pH en el punto de vertimiento del efluente industrial tratado en los diferentes meses de enero hasta julio del presente año cumplen con lo normado en los Límites Máximos Permisibles del Sector de Hidrocarburos como se muestra en la Figura 43, sin embargo, en el mes de agosto valor del pH está ligeramente por encima del límite superior.

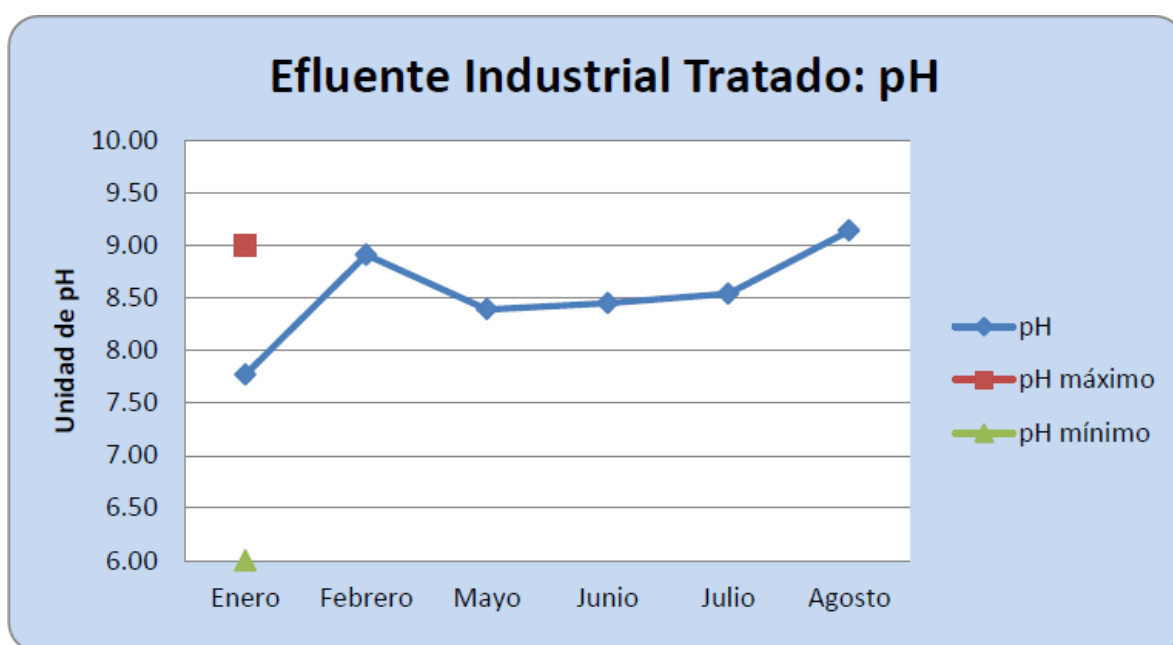


Figura 42: Valor de pH en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado  
Fuente: Peru LNG

b) Aceites y Grasas

Para el parámetro de aceites y grasas todos valores obtenidos en el vertimiento del efluente industrial tratado cumplen con los Límites Máximos Permisibles del Sector de Hidrocarburos como se muestra en la figura 44.

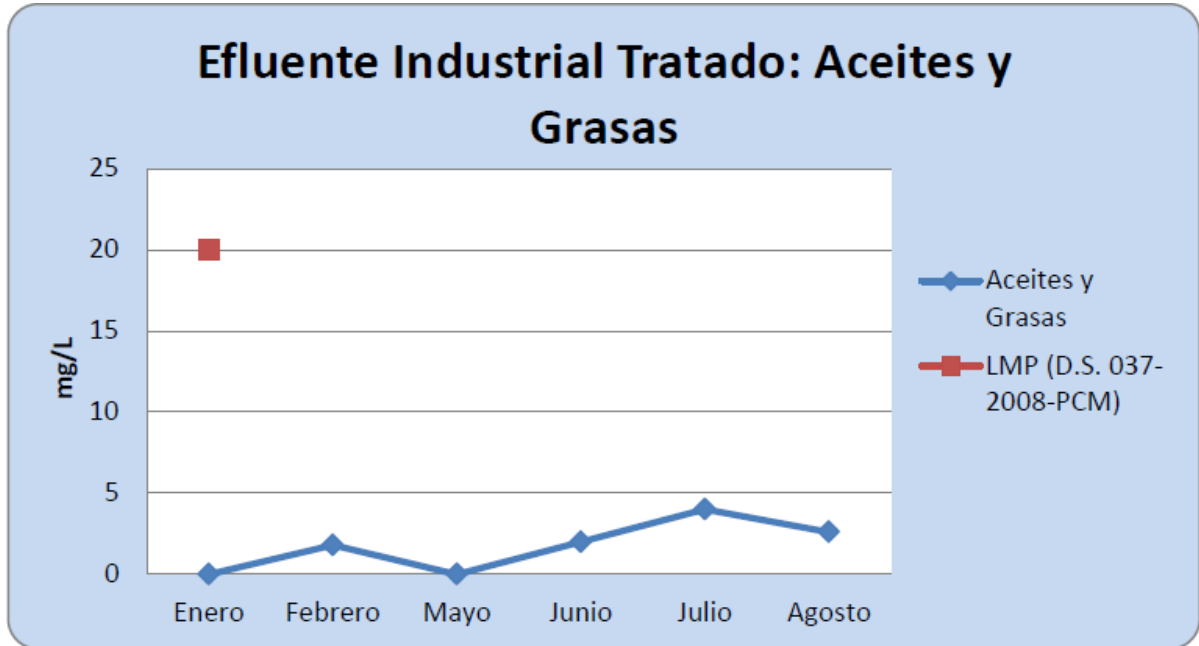


Figura 43: Valor de Aceites y Grasas en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado  
Fuente: Peru LNG

c) TPH

Para el parámetro de TPH los valores obtenidos en los diferentes meses monitoreados del vertimiento industrial tratado cumplen con los Límites Máximos Permisibles del Sector de Hidrocarburos como se muestra en la Figura 45.

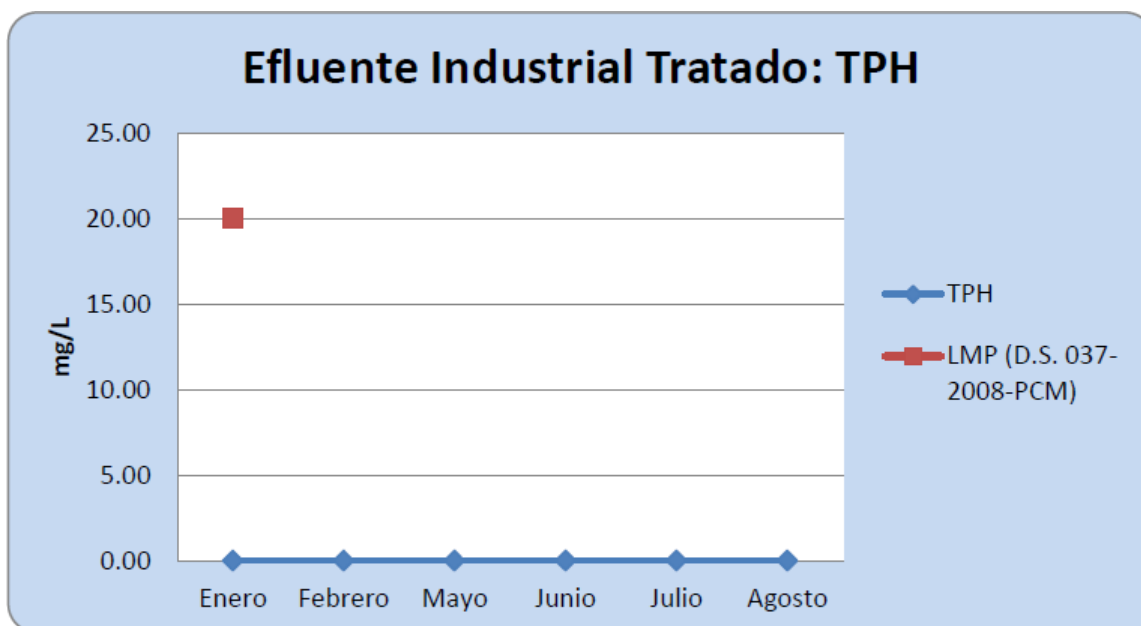


Figura 44: Valor de TPH en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado  
Fuente: Peru LNG

d) DBO

Para el parámetro de DBO los valores obtenidos en los diferentes meses monitoreados del vertimiento industrial tratado cumplen con los Límites Máximos Permisibles del Sector de Hidrocarburos como se muestra en la Figura 46.

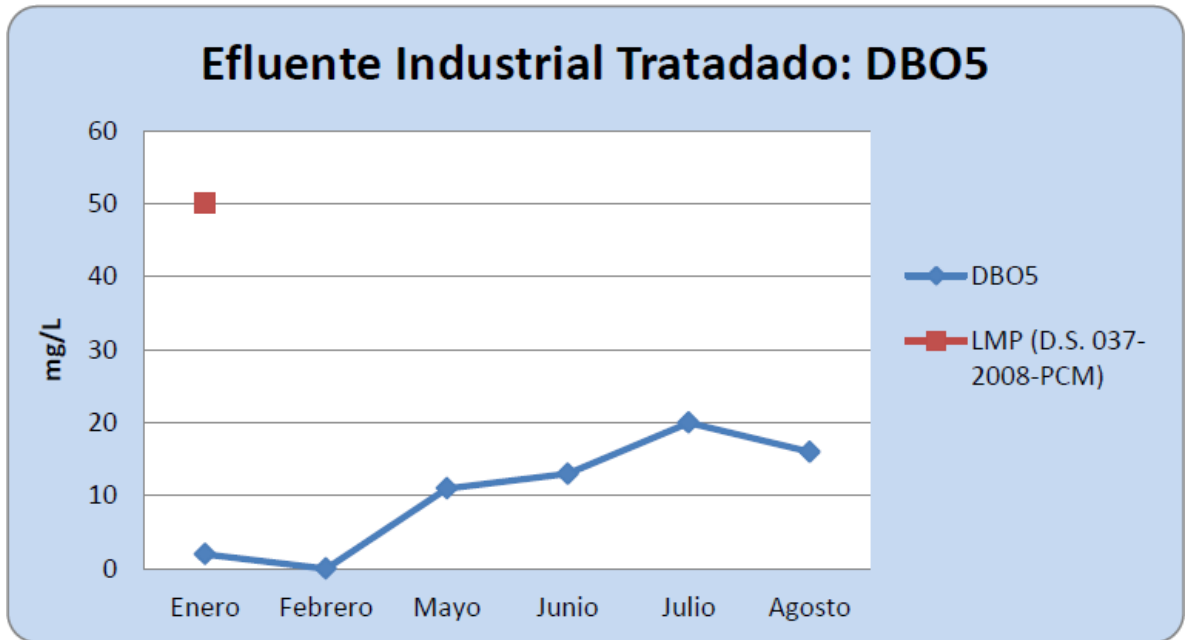


Figura 45: Valor de TPH en el Punto de Vertimiento del Efluente Industrial Tratado  
Fuente: Peru LNG

*El efluente del CPI es perfectamente reutilizable para los fines de Riego, Control de Polvo y Pruebas contra incendio.*

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES

- Luego de la implementación, se puede evidenciar por los caudalímetros de las plantas de tratamiento de agua, que el vertimiento al mar se eliminó y que el volumen de agua que quedó en el sistema de reúso aumentó en 35%, por lo cual, cuantitativamente, existe un aumento en el volumen de agua disponible para todas las actividades de reúso de agua en la Planta Melchorita.
- Luego de la implementación, los parámetros físico-químicos analizados para el efluente tratado CPI, se encuentran dentro del límite que rige la norma pertinente, en los Límites Máximos Permisibles exigidos en el D.S. 037-2008-PCM “Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos”. Y a su vez cumplen con el ECA Agua Categoría 3 (Riego de Vegetales). Por lo cual, el agua tratada es perfectamente reutilizable para los fines expuestos.
- Luego de la implementación del proyecto, se pueden reconocer los beneficios de la solución de ingeniería, uno de ellos resulta de verificar en los Parámetros analizados para el cuerpo receptor Mar de Melchorita, cuyos puntos de monitoreo son M-4, M-5 y M-6, que se encuentran dentro del límite que rige los Estándares de Calidad Ambiental del Agua exigidos en el D.S. N° 002–2008 –MINAM – Categoría 2 “Actividades Marino Costeras”, sub categoría C3 “Otras Actividades”. Y se mantendrá así, evitando cualquier posible sanción por contaminación al mar. Luego, se evidencia una mayor disponibilidad de agua de reúso para asegurar las pruebas contra incendio, haciendo posible la preparación ante emergencias y minimizar cualquier multa o sanción por incumplimiento ante OSINERGMIN. Podemos afirmar también, que el efecto que



tiene la descarga de salmuera sobre el cuerpo receptor en sus diversos puntos monitoreados no ejercen ningún impacto negativo sobre la calidad del agua del Mar de Melchorita. PERU LNG S.R.L cumple con la Normativa Nacional vigente en materia de efluentes industriales y con los Estándares de Calidad de Agua reutilizando ésta para fines de riesgo y control de polvo, mejorando la calidad de vida de los trabajadores.

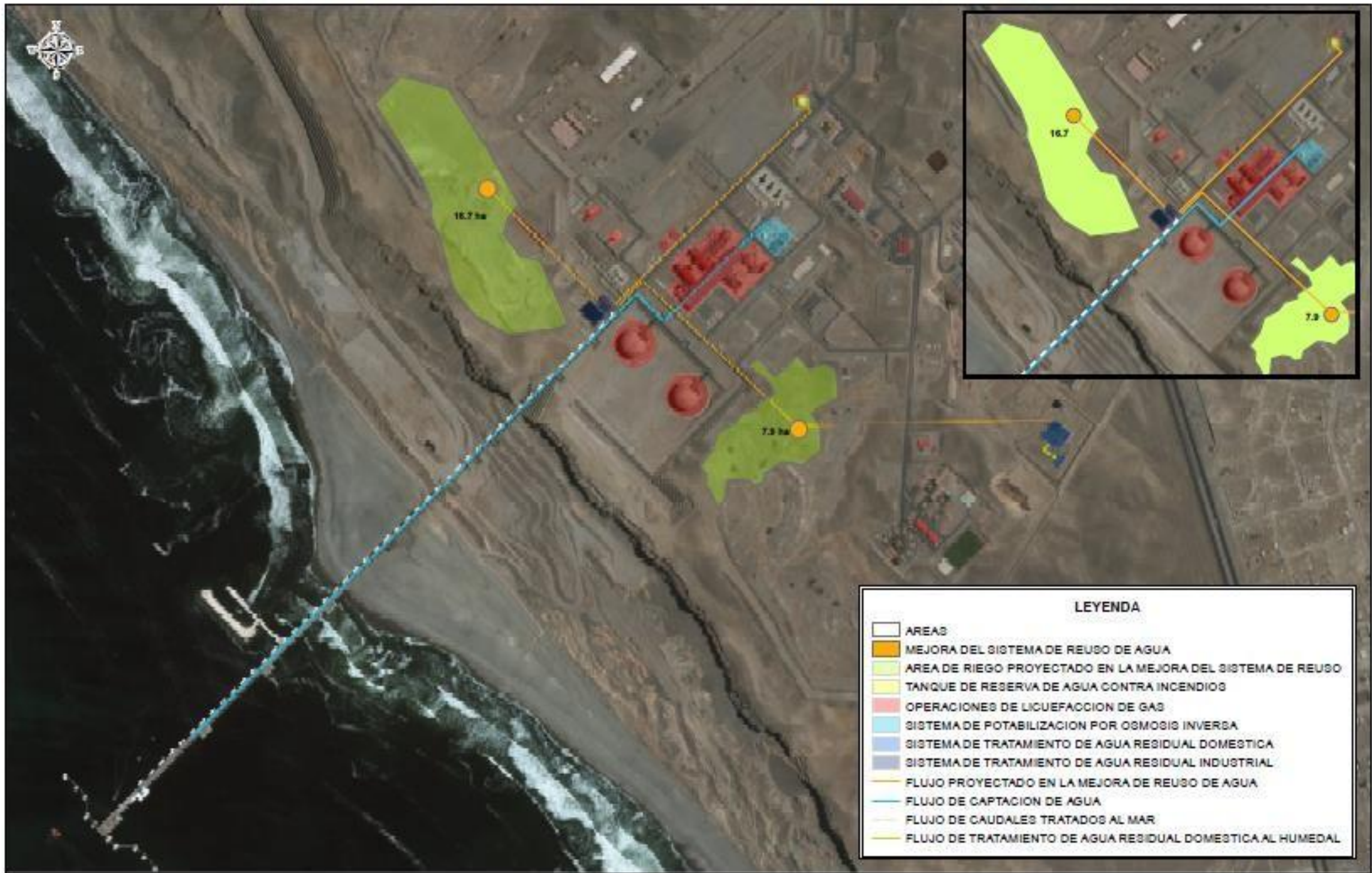
## **CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES**

Se recomienda a PERU LNG S.R.L. evaluar la eficiencia de las plantas de tratamiento de agua residual industrial y la planta de tratamiento de aguas domésticas, para encontrar oportunidades de mejora en infraestructura y asegurar la calidad de agua.

También es recomendable, por ser considerado el efluente doméstico como una fuente patógena, manejar adecuadamente las muestras de verificación de calidad, con la adecuada indumentaria y equipos de protección personal como respiradores con filtro biológico, guantes de poliuretano, lentes de protección y protector solar, etc.

Se recomienda establecer un programa de detección de cuerpos ajenos al diseño de tratamiento, para establecer un sistema de tratamiento complementario de emergencia, y evitar cualquier daño al suelo por algún elemento fugitivo que pasó por el sistema de reúso y que tiene el potencial de contaminar las áreas de riego o la propia maquinaria en las pruebas contra incendio. Se recomienda a Peru LNG establecer un sistema de Riego por Goteo, debido a que las áreas estimadas como zonas de control de polvo no tienen la disponibilidad hídrica suficiente para riego por aspersión

# DISTRIBUCION DE COMPONENTES - MEJORA DEL SISTEMA DE REUSO DE AGUA PLANTA DE LICUEFACCION DE GAS NATURAL EN PAMPA MELCHORITA



## CAPITULO IX: REFERENCIAS

Autoridad Nacional del Agua. (ANA) (2015) Recuperado de  
<http://www.ana.gob.pe/media/316755/leyrh.pdf>

Autoridad Nacional del Agua. (ANA) (2011). *Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en cuerpos naturales de agua superficial*. Peru, Editorial ANA.

Andaluz, M. y Puente, M. (2008). *Parámetros Físico Químicos para la Calidad de Agua y uso*. España: Editorial Rey Juan Carlos

Delgado, D. (2007). *Desalinización del Agua por Osmosis Inversa Bajo la Metodología de Evaluación del ciclo de vida*. Perú: Editorial Morón.

Hernández, S. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mac Graw Hill.

Meléndez, S. y Hernández, C. (2015). *Evaluación de los Parámetros de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Mina La Arena*. Perú: Editorial Morón

Metcalf, O. y Eddym, D. (1996). *Ingeniería de Aguas Residuales - Volumen 1. Tercera Edición*. Estados Unidos; Editorial San Diego.

Ministerio del Ambiente – MINAM (2018)

<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2015/01/DS-N%C2%B0-037-2008-LMP-Efluente-para-Subsector-Hidrocarburos.pdf>

Ministerio del Ambiente – MINAM (2018). Valores y límites máximos permisibles. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/37623>

Ministerio del Ambiente (2018). Valores y límites máximos permisibles.). Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/limites-maximos-permisibles/agua/>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - VIVIENDA (2015). Recuperado de <http://www.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica.aspx>

Ministerio de Salud - MINSA (2015). Recuperado de [www.minsa.gob.pe/](http://www.minsa.gob.pe/)

Murray, A. (2003). *Desalinización de agua de mar por Osmosis Inversa*. Inglaterra: Editorial Loughborough

Organismo de evaluación y de fiscalización ambiental – OEFA (2015). Fiscalización Ambiental de Aguas Residuales. Recuperado de <http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/1.-Fiscalizaci%C3%B3n-ambiental-vinculada-a-las-aguas-residuales.pdf>

Programa de Agua y Saneamiento – Banco Mundial (2006). *Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades*. Panamá: Editorial CSR.

Sierra R. (2011). *Calidad del Agua*. Colombia: Editorial Cali

Valderrama, C. (2005). *Metodología de la Investigación*, Colombia: Editorial ISBN

## **ANEXOS**

Anexo 1: Autorización de vertimiento de aguas residuales industriales155

Anexo 2: Tipificación de Multas y Sanciones



20154

## RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 133 -2012-ANA-DGCRH

Lima,

03 OCT. 2012

### VISTO:

Los expedientes administrativos ingresados con CUT N° 20154 y N° 29518, presentados por **PERU LNG S.R.L.**, identificada con Registro Único de Contribuyentes N° 20506342563, con domicilio en Av. Víctor Andrés Belaunde 147-Vía Real 185 Torre Real Doce-Oficina 105, distrito de San Isidro, provincia y departamento de Lima, sobre autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas provenientes del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Separación de Grasas y Aceites de la Planta de Licuefacción de Gas Natural; y autorización de vertimiento de aguas industriales tratadas (salmuera) provenientes de la Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural; y,

### CONSIDERANDO:

Que, según establece el artículo 79° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, la Autoridad Nacional del agua autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambientales y de Salud, sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP);

Que, de acuerdo al artículo 138° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, para el otorgamiento de autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, se requiere contar con la opinión técnica de la autoridad ambiental sectorial, la cual se expresa mediante la certificación ambiental correspondiente;

Que, mediante Carta N° PLNG-ENV-PT-021-12 ingresado con CUT N° 20154, la recurrente solicitó autorización de vertimiento de aguas industriales tratadas provenientes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Separación de Grasas y Aceites de la Planta de Licuefacción de Gas Natural, ubicada en Pampa Melchorita, distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento Lima;

Que, de igual forma la empresa recurrente mediante Carta N° PLNG-ENV-PT-055-12 ingresado con CUT N° 29518, ha solicitado autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas (salmuera) provenientes de la Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural, ubicada en Pampa Melchorita, distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento Lima;

Que, dichas solicitudes cumplen con los requisitos generales establecidos en el numeral 137.2 del artículo 137° del Reglamento de la Ley Recursos Hídricos, por lo que se admite a trámite;

Que, posteriormente, la recurrente mediante Carta N° PLNG-ENV-PT-079-12, señala que los efluentes industriales tratados provienen de las mismas instalaciones (Planta de Licuefacción de Gas Natural) las cuales se vienen vertiendo al cuerpo natural de agua desde un solo punto, por lo que solicitan la acumulación de los expedientes, a fin de obtener una única autorización de vertimiento para los efluentes industriales provenientes de la Planta de Licuefacción de Gas Natural de Perú;

Que, de la evaluación de los actuados se advierte que existe identidad en las peticiones formuladas por la empresa recurrente por originarse en mismo hecho, guardar conexión entre sí, competencia y vía única para su trámite; ya que, los efluentes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Separación de Grasas y Aceites y los efluentes (salmuera) provenientes de la Planta de Ósmosis Inversa, se juntan conformando así un solo efluente (efluente combinado), el cual es descargado mediante una tubería adosada al muelle directamente al mar, por lo que se hace necesario disponer la acumulación de dichos procedimientos en aplicación al artículo 149° de la Ley N° 27444; toda vez que, ambas descargas se efectúan a través de un único punto de vertimiento;



Que, el expediente administrativo cuenta con opinión favorable de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud mediante Informe N° 1616-2012/DEPA-APRH/DIGESA, remitido con Oficio N° 1451-2012/DEPA/DIGESA para las aguas residuales industriales procedentes de la Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Procesamiento de Gas Natural; asimismo, con Informe N° 1202-2012/DEPA-APRH/DIGESA, remitido con Oficio N° 1046-2012/DEPA/DIGESA para la descarga de aguas residuales tratadas procedentes de la Planta de Separación de Grasas y Aceites (CPI)- Planta de Licuefacción de Gas Natural;

Que, respecto de las opiniones favorables de la autoridad ambiental esta se encuentra cumplida con la Resolución Directoral N° 061-2004-MEM-AAE de la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas, que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Exportación de GNL en Pampa Melchorita, Perú; asimismo, cuenta con Resolución Directoral N° 550-2006-MEM/AAE que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado de la Modificación del Proyecto de Exportación de Gas Natural Licuado-Pampa Melchorita-Perú;

Que, con Informe Técnico N° 050-2012-ANA-DGCRH/MCBJ, se emite opinión técnica favorable respecto a la autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas, recomendando lo siguiente:

- a. Otorgar autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas a favor de la recurrente, por un plazo de dos (02) años.
- b. El vertimiento a autorizar no deberá afectar la calidad del agua del mar frente a Playa Melchorita, para lo cual la recurrente deberá efectuar el tratamiento y controles necesarios para asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental en materia de calidad de los recursos hídricos.
- c. La recurrente deberá realizar el control control de los siguientes parámetros: pH, T°C, Conductividad Eléctrica, OD, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, A&G, Cloro Residual, TPH, Fenoles, Nitrógeno Amoniacal, Silicatos, Hg, Ba, As, Cd, Cr, Cr VI, Pb, Ni, Zn, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes en el efluente tratado (efluente combinado) y cuerpo receptor, además del caudal y volúmenes acumulados de aguas residuales industriales tratadas vertidas al mar frente a la playa Melchorita. Los análisis de agua deberán ser realizados por un laboratorio acreditado por INDECOPI. Para la realización del monitoreo se deberá tomar en cuenta lo establecido en el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial" aprobado mediante la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA. La frecuencia del control y reporte a la Autoridad Nacional del Agua deberá ser trimestral y los resultados deberán ser sistematizados en formato impreso y digital editable según formato aprobado por la Autoridad Nacional del Agua, indicando en el caso del cuerpo receptor las coordenadas UTM (WGS84) de los puntos de control. Este reporte trimestral deberá ser entregado como máximo a la semana siguiente de cumplido el trimestre correspondiente. Los puntos de control en el efluente industrial tratado y en el cuerpo natural de agua, se indican en el cuadro siguiente:



PUNTO DE CONTROL	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM (WGS 84, Zona 18)	
		Norte	Este
M2,3	PLAYA MELCHORITA, A 500 M APROX. AL NORTE DEL MUELLE PERU LNG MELCHORITA	8534761	357885
M2,4	PLAYA MELCHORITA, A 500 M APROX. AL SUR DEL MUELLE PERU LNG MELCHORITA	8534021	358620
M3	PLAYA MELCHORITA, MUELLE DE SERVICIOS (A 50M APROX. DEL NORTE DEL MUELLE PERU LNG MELCHORITA)	8534378	358287
M4	PLAYA MELCHORITA, MUELLE DE SERVICIOS (A 200 M APROX. DEL NORTE DEL MUELLE PERU LNG MELCHORITA)	8534474	358187
M5	PLAYA MELCHORITA, A 100 M APROX. AL SUR DEL MUELLE PERU LNG MELCHORITA	8534270	358451
M6	PLAYA MELCHORITA, A 2KM APROX. AL OESTE DEL PUNTO DE VERTIMIENTO DE TUBERIA ADOSADA AL MUELLE PERU LNG MELCHORITA	8533134	357032
V	PUNTO DE VERTIMIENTO DE EFLENTE COMBINADO (AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES TRATADAS - SISTEMA DE SEPARACIÓN DE GRASAS (CPI) Y SALMUERA DE PLANTA DE OSMOSIS INVERSA	8534383	358328





- d. PERU LNG S.R.L. deberá garantizar la óptima operación y eficiencia de tratamiento de la Planta CPI y Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa, para el cumplimiento de los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 037-2008-PCM, de manera que se garantice el cumplimiento de los ECA-Agua en el cuerpo receptor para la Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático – Ecosistemas Marino Costeros - Marinos", según las disposiciones establecidas por el MINAM.
- e. De conformidad con el artículo 136° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, PERU LNG S.R.L. deberá disponer de sistemas de medición de caudales de aguas residuales tratadas y reportar los resultados de la medición, precisando los caudales y volúmenes acumulados de aguas residuales industriales tratadas vertidas al mar frente a la playa Melchorita, según lo dispuesto en el literal c) de la presente resolución.

Que, el precitado informe técnico señala que el mar frente a la playa Melchorita, cuerpo receptor de las aguas residuales industriales tratadas y salmuera de la Unidad Operativa Planta de licuefacción de Gas Natural (Pampa Melchorita), se clasifica transitoriamente con la categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático – Ecosistemas Marinos Costeros - Marinos", de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA y en virtud del Numeral 3 del Art. 3 del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM; y,

Que, con el visto de Oficina de Asesoría Jurídica y en uso de las facultades conferidas por el artículo 79° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, de lo establecido en su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, y en aplicación de lo dispuesto por el artículo 32° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del agua, aprobado con Decreto Supremo N° 006-2010-AG.

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°.-** Disponer la acumulación de los procedimientos administrativos referidos a las solicitudes de autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas provenientes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Separación de Grasas y Aceites (CPI) y la Salmuera de la Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural, ingresados con CUT N° 20154 y N° 29518, respectivamente.

**ARTÍCULO 2°.-** Otorgar a PERU LNG S.R.L., autorización de vertimiento de aguas residuales industriales tratadas provenientes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Planta de Separación de Grasas y Aceites (CPI) y la Salmuera de la Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural, ubicada en Pampa Melchorita, distrito San Vicente de Cañete, provincia Cañete, departamento Lima, por un volumen anual de 301 372 m<sup>3</sup>, equivalente a 9,56 l/s, de régimen continuo, en las coordenadas UTM (WGS84, Zona 18) 8 534 383 N y 358 328 E, a través de una tubería de descarga vertical de fibra de vidrio tipo GRE D2996 de 24" de diámetro y 2 048,8 m de longitud total anclada al muelle de PERU LNG y cuyo punto de descarga se ubica sobre la superficie del agua a 350 m de distancia de la línea de playa, al mar frente a la playa Melchorita, clasificado transitoriamente con la Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático – Ecosistemas Marino Costeros - Marinos" según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, de acuerdo al siguiente detalle:



DESCRIPCIÓN DEL EFLUENTE	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /año)	CAUDAL (l/s)	RÉGIMEN	COORDENADAS UTM WGS 84, Zona 18	CUERPO RECEPTOR
Descarga de aguas residuales industriales tratadas del CPI y Salmuera de Planta de Ósmosis Inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural de PERU LNG S.R.L.	301 372	9,56	Continuo	8 534 383 N 358 328 E	Mar frente a Playa Melchorita
<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>301 372</b>				

**ARTÍCULO 3°.-** El plazo de vigencia de la autorización otorgada en el artículo precedente, es de dos (02) años, contados a partir de notificada la presente resolución.

**ARTÍCULO 4°.** Disponer que la empresa **PERU LNG S.R.L.**, quede sujeta al cumplimiento de las siguientes obligaciones, respecto del vertimiento autorizado:

- 3.1 Cumplir con lo señalado en el décimo considerando de la presente resolución.
- 3.2 Controlar el vertimiento autorizado en los puntos de control indicados en el Cuadro N° 1, consignado en la parte considerativa de la presente resolución.
- 3.3 Pagar la retribución económica por el vertimiento de agua residual industrial tratada, para un volumen anual total de 301 372 m<sup>3</sup>.

**ARTÍCULO 5°.** Establecer que el vertimiento industrial autorizado comprende únicamente a las aguas residuales industriales tratadas en la Planta CPI y la salmuera de la planta de tratamiento de ósmosis inversa de la Planta de Licuefacción de Gas Natural, cabe precisar que la Planta CPI consiste en una poza de almacenamiento, una unidad CPI "Coalescent Plate Interceptor" (unidad separadora de hidrocarburos de placas corrugadas) de 25 m<sup>3</sup>/h de capacidad máxima, tanque de almacenamiento de aceite y medidor de caudal.

**ARTÍCULO 6°.** Notificar la presente resolución a **PERU LNG S.R.L.**

**ARTÍCULO 7°.** Poner en conocimiento de la presente resolución a la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas, al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, a la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, a la Dirección General de Capitanías y Guardacostas y remitir copia a la Administración Local de Agua Mala-Omas-Cañete y a la Oficina de Régimen Económico del Agua de la Dirección de Administración de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua.



Regístrese y comuníquese,



*Betty Chung Tong*  
**Quim M. Sc. Betty Chung Tong**

Directora  
Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos  
Autoridad Nacional del Agua

## ANEXO 1

## TIFICACIÓN Y ESCALA DE MULTAS Y SANCIONES DE LA GERENCIA DE FISCALIZACIÓN DE GAS NATURAL

- Rubro 1: No proporcionar o proporcionar a destiempo o de forma parcial o en formatos diferentes a los aprobados, la información y/o documentación requerida por OSINERGRMIN y/o por reglamentación.  
 Rubro 2: Técnicas y/o Seguridad.  
 Rubro 3: Accidentes y/o Medio Ambiente.  
 Rubro 4: Autorizaciones y/o registros.  
 Rubro 5: Incumplimiento de normas relativas al servicio de transporte y distribución de gas natural y líquidos de gas natural y suministro de gas natural.  
 Rubro 6: Otros incumplimientos.  
 Rubro 7: Sanciones aplicables para consumidores y/o interesados en el servicio de distribución de gas natural.  
 Rubro 8: Sanciones aplicables para usuarios del servicio de transporte de gas natural por red de ductos.

 RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO  
 ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA  
 OSINERGRMIN N°262-2010-OS/CD

Rubro	ACCIDENTES Y/O PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	Base Normativa	Sanción Pecuniaria	Sanción No Pecuniaria
3	<b>Infracción</b>			
	3.1. Incumplimiento de las normas sobre emisión, venteo y/o quema de gases.	Arts. 39° literal f), 40° literal b ) y 77° del Reglamento aprobado por D.S. N°051-93-EM. Arts. 19°, 20°, 21° y 23° del D.S. N°040-99-EM. Arts. 1° y 2° del D.S. N°014-2001-EM. Arts. 189°, 241° y 245° del Reglamento aprobado por D.S. N°032-2004-EM. Arts. 3°, 43° literal d), 74° literal a) y 78° del Reglamento aprobado por D.S. N°015-2006-EM. Art. 24° literales b y c del Anexo 1 del Reglamento aprobado con D.S. N°081-2007-EM. Art. 14° del Reglamento aprobado por D.S. N°057-20 08-EM. Art. 2° del Reglamento aprobado por D.S. N°066-200 8-EM.	Hasta 1500 UIT	S.T.A., S.D.A.
	3.2. Incumplimiento de las normas relativas a prevención, detección, control y recuperación de fugas, drenajes, incendios, y/o derrames.	Arts. 82° literal a) y 83° del Reglamento aprobado por D.S. N°051-93-EM. Art. 83° del Reglamento aprobado por D.S. N°052-93-EM. Arts. 72°, 110° y 118° del Reglamento aprobado por D.S. N°026-94-EM. Art. 21° del Anexo 1 del Reglamento aprobado por D.S. N°042-99-EM. Arts. 72°, 106°, 128°, 142° y 240° del Reglamento aprobado por D.S. N°032-2004-EM. Arts. 56° y 69° del Reglamento aprobado por D.S. N° 006-2005-EM. Arts. 43°, 44°, 46° y 72° del Reglamento aprobado por D.S. N°015-2006-EM. Arts. 70° y 198° del Reglamento aprobado por D.S. N°043-2007-EM. Arts. 21° y 79° del Anexo 1 del Reglamento aprobado por el D.S. N°081-2007-EM. Art. 14° del Reglamento aprobado por D.S. N°057-20 08-EM. Art. 2° del Reglamento aprobado por D.S. N°066-200 8-EM.	Hasta 20 00 UIT	
	3.3 Incumplimiento de normas relativas a derrames, emisiones, efluentes y cualquier otra afectación y/o daño al medio ambiente.	Arts. 43° literal g) y 68° del Reglamento aprobado por D.S. N°052-93-EM. Arts. 43° literal g), 45° y 119° del Reglamento aprobado por D.S. N°026-94-EM. Art. 42° literal m) del Reglamento aprobado por D.S. N°042-99-EM. Arts. 11°, 66°, 67° y 70° del Reglamento aprobado por D.S. N°032-2004-EM. Arts. 3°, 40°, 41° literal b), 47°, 56° y 58° del Reglamento aprobado por D.S. N°015-2006-EM. Art. 70° del Reglamento aprobado por D.S. N°043-20 07-EM. Art. 40° del Anexo 1 del Reglamento aprobado por el D.S. N°081-2007-EM. Numerales 1 y 5.1 del Anexo 4 del Reglamento aprobado por el D.S. N°081-2007-EM. Arts. 1°, 4° y 8° del D.S. N°037-2008-PCM. Art. 2° del Reglamento aprobado por D.S. N°066-200 8-EM. Arts. 75° y 83° de la Ley N°28611.	Hasta 10 000 UIT	C.E., C.I., I.T.V., R.I.E. S.T.A., S.D.A., C.B.

*“Salvaguardar el medio ambiente... Debe ser un principio rector de todo nuestro trabajo en el apoyo del desarrollo sostenible; es un componente esencial en la erradicación de la pobreza y uno de los cimientos de la paz”*

*Kofi Annan*