



# **UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

## **TESIS**

**MEJORA TECNOLÓGICA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO DE LOS SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA  
MARINA (SIMA) S.A. – CENTRO DE OPERACIÓN N° 3, CHIMBOTE**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER**

**CARLOS VALENTÍN GAMBOA CASTILLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2017**

## DEDICATORIA

A Dios, Quien me permite  
día a día aprender de las  
oportunidades que me  
brinda en mi vida.

A mi Madre; Por ser mi  
impulso a seguir, Porque  
sin su apoyo constante;  
mis proyectos no se  
concretarían.

A mis Hermanos; Porque  
me enseñaron con el  
ejemplo a alcanzar mis  
metas.

**Carlos Valentín Gamboa Castillo**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Peregrina; quien es mi motivo y fortaleza para seguir adelante.

# TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ESQUEMAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
<b>CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	1
1.2 Delimitaciones y Definición del Problema	2
1.3 Formulación del Problema	4
1.4 Objetivo de la Investigación	4
1.5 Hipótesis de la investigación	4
1.6 Variables e Indicadores	5
1.7 Viabilidad de la investigación	5
1.8 Justificación e Importancia de la Investigación	6
1.9 Limitaciones de la Investigación	6
1.10 Tipo y Nivel de la Investigación	7
1.11 Método y Diseño de la investigación	7
1.12 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	7
1.13 Cobertura de Estudio	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1 Antecedentes de la Investigación	9
2.2 Marco Histórico	9
2.3 Marco Conceptual	15

<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>17</b>
3.1. Ubicación	17
3.2. Representante legal	18
3.3. Objetivos	18
3.4. Marco Legal	18
3.5. Antecedentes	19
3.6. Descripción del Entorno	20
3.6.1. Aspectos Físicos	20
3.6.1.1. Geología y Geomorfología	21
3.6.1.2. Clima y Meteorología	21
3.6.1.3. Hidrografía	23
3.6.2. Aspectos Bióticos	24
3.6.2.1. Flora	24
3.6.2.2. Fauna	24
3.6.3. Aspectos Socioeconómicos-Culturales	24
3.7. Proyecto de la Mejora Tecnológica de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales Domésticas	25
3.7.1. Descripción de la Planta de Tratamiento aprobado anteriormente	25
3.7.2. Descripción de la Mejora Tecnológica propuesta	26
3.8. Justificación de la Mejora de Tecnología	27
3.8.1. Justificación de la Mejora Tecnológica propuesta	27
3.9. Criterios de diseño de la Planta de Tratamiento	28
3.10. Caracterización del agua cruda doméstica	31
3.11. Descripción de la Planta de Tratamiento	32
3.11.1. Tanque de ecualización	34
3.11.2. Tanque de aireación (oxidación de aire forzado)	35
3.11.3. Precipitación química	37
3.11.4. Tanque de oxidación avanzada	38
3.11.5. Desinfección con cloro libre	40
3.11.6. Sistema de bombeo de evacuación de agua tratada	41
3.11.7. Tanque digestor de lodos	42
3.12. Eficiencia final de la Planta de Tratamiento mejorada	43

3.13. Evaluación de Impacto Ambiental	46
3.13.1. Área de Influencia Directa e Indirecta del vertimiento	46
3.13.2. Identificación de impactos	47
3.13.2.1. Identificación de los componentes Ambientales	48
3.13.2.2. Identificación de la actividades	49
3.13.3. Metodología de Evaluación Ambiental	50
3.13.3.1. Criterios de evaluación	51
3.13.4. Descripción de Impactos Ambientales Identificados	57
3.13.5. Evaluación de Impactos Identificados	59
3.14. Plan de Manejo	63
3.14.1. Plan de Prevención y Mitigación Ambiental	63
3.14.2. Plan de Monitoreo Ambiental	65
<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
4.1. Conclusiones	69
4.2. Recomendaciones	70
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>72</b>
ANEXO N° 1. Planos	73
ANEXO N° 1-1. Plano de Ubicación	74
ANEXO N° 1-2. Plano Hidrográfico	75
ANEXO N° 1-3. Plano Morfológico	76
ANEXO N° 1-4. Plano de Precipitaciones	77
ANEXO N° 1-5. Plano de Caudales	78
ANEXO N° 2. Resultados de Análisis del Agua Cruda Doméstica	79
ANEXO N° 3. Especificaciones Técnicas de la Planta de Tratamiento	80
ANEXO N° 3-1. Diseño, Equipamiento y mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales domésticas del Astillero	81

ANEXO N° 3-2. Cálculos PTAR	82
ANEXO N° 3-3. Plano de Instalaciones Sanitarias Proyectadas	83
ANEXO N° 3-4. Plano de PTARD vista 3D	84
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>85</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.	Vista de planta del tanque equalizador	4
Figura N° 2.	Vista de corte del tanque equalizador	5
Figura N° 3.	Vista de planta del tanque de aireación	28
Figura N° 4.	Vista de corte del tanque de aireación	29
Figura N° 5.	Vista de planta del precipitador químico	30
Figura N° 6.	Vista de corte del precipitador químico	30
Figura N° 7.	Vista de planta del tanque de oxidación avanzada	31
Figura N° 8.	Vista de corte del tanque de oxidación avanzada	32
Figura N° 9.	Vista de planta de la desinfección con cloro libre	41
Figura N° 10.	Vista de corte de la desinfección con cloro libre	41
Figura N° 11.	Vista de planta del sistema de bombeo de evacuación	42
Figura N° 12.	Vista de corte del sistema de bombeo de evacuación	42
Figura N° 13.	Vista de planta del tanque digestor de lodos	43
Figura N° 14.	Vista de corte del tanque digestor de lodos	43

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01.	Ubicación de SIMA Chimbote	1
----------------	----------------------------	---

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.	Composición Típica de aguas residuales domésticas	8
--------------	---------------------------------------------------	---

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema N° 1: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas  
Propuesto para SIMA Chimbote

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 :	Estudios Ambientales – SIMA Chimbote
Cuadro N° 2 :	Precipitación total media mensual en el área de estudio
Cuadro N° 3 :	Temperatura media mensual en el área de estudio
Cuadro N° 4 :	Humedad relativa media mensual
Cuadro N° 5 :	Abastecimiento de agua en Chimbote
Cuadro N° 6 :	Conexión del servicio higiénico en Chimbote
Cuadro N° 7 :	Porcentajes de remoción según sistema de tratamiento
Cuadro N° 8 :	Criterios de Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Residuales
Cuadro N° 9 :	Caracterización del agua cruda doméstica
Cuadro N° 10 :	Características Técnicas Resumidas
Cuadro N° 11 :	Punto de vertimiento propuesto
Cuadro N° 12 :	Eficiencia de remoción por etapa
Cuadro N° 13 :	Resultados de la proyección del vertimiento
Cuadro N° 14 :	Comparación de la proyección del vertimiento con LMP
Cuadro N° 15 :	Componentes y variables ambientales evaluadas
Cuadro N° 16 :	Matriz Cualitativa de Intensidad de los Impactos Ambientales para la mejora tecnológica
Cuadro N° 17 :	Escala de la Magnitud del Impacto
Cuadro N° 18 :	Escala de la Extensión del Impacto
Cuadro N° 19 :	Escala de la Duración del Impacto
Cuadro N° 20 :	Escala del efecto del impacto
Cuadro N° 21 :	Escala del Momento del Impacto
Cuadro N° 22 :	Escala de Acumulación del Impacto
Cuadro N° 23 :	Escala de Recuperabilidad del factor ambiental
Cuadro N° 24 :	Escala de la Reversibilidad del medio o factor ambiental

- Cuadro N° 25 : Escala de Periodicidad del efecto sobre el medio o factor ambiental
- Cuadro N° 26 : Escala de valoración del Impacto
- Cuadro N° 27 : Evaluación de Impactos – Etapa de Instalación
- Cuadro N° 28 : Evaluación de Impactos – Etapa de Operación
- Cuadro N° 29 : Evaluación de Impactos – Etapa de Cierre
- Cuadro N° 30 : Medidas de prevención, control y mitigación. Etapa de instalación de la Planta de Tratamiento
- Cuadro N° 31 : Medidas de prevención, control y mitigación. Etapa de operación de la Planta de Tratamiento
- Cuadro N° 32 : Medidas de prevención, control y mitigación. Etapa de cierre de la Planta de Tratamiento
- Cuadro N° 33 : Programa de monitoreo de calidad de aguas propuesto

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de mejorar el Tratamiento de aguas residuales domésticas del Astillero de los Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A. – Centro de Operación N° 3 Chimbote, que de resultar adecuado, se podrá obtener los permisos y licencias correspondientes para su funcionamiento. Este estudio, contempla la descripción del Proyecto de Mejoramiento de la PTARD, del Entorno ambiental, Evaluación de los Impactos Ambientales asociados y un Plan de Manejo.

## **ABSTRACT**

This research was carried out with the purpose of improving the domestic wastewater treatment of the Navy Industrial Services Shipyard (SIMA) S.A. - Center of Operation N° 3 Chimbote, that if appropriate, the corresponding permits and licenses may be obtained for its operation. This study includes the description of the PTARD Improvement Project, the Environmental Environment, Assessment of Associated Environmental Impacts and a Management Plan.

# INTRODUCCIÓN

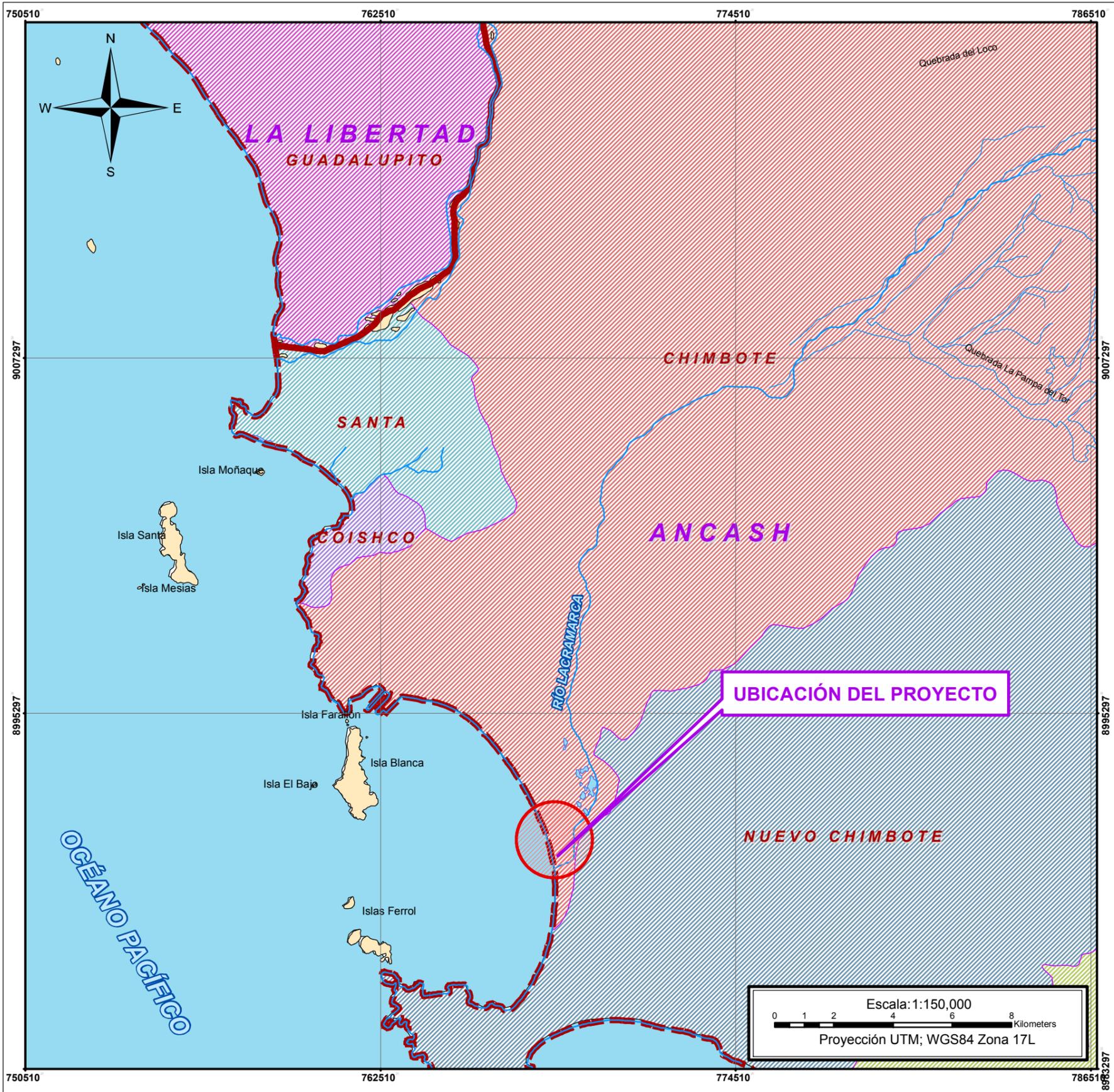
Las diversas actividades antropogénicas desarrolladas, traen consigo alteraciones en el medio ambiente, por lo que surge la necesidad de prevenir, reducir y mitigar cualquier impacto negativo sobre la naturaleza.

A nivel nacional, las aguas residuales domésticas, no poseen el adecuado tratamiento que requieren para minimizar su efecto en el entorno.

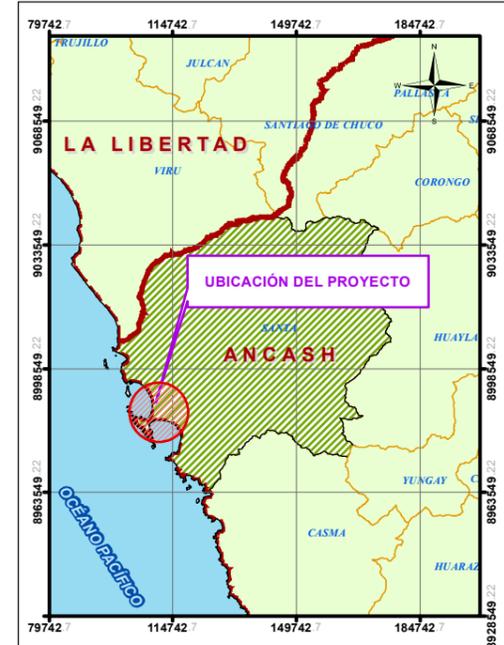
El Astillero de los Servicios Industriales de la Marina (SIMA PERÚ S.A.) - Centro Operativo N° 3 – Chimbote, cuenta con una pequeña Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, con el fin procesar las aguas residuales procedentes de las instalaciones de saneamiento básico y comedor y obtener una calidad de efluente apta a descargar en el Río Lacramarca.

Sin embargo, con la actualización de la legislación ambiental y el compromiso de SIMA PERÚ S.A., hacia el cuidado del medio ambiente, a través de Certificación ISO 14001, surge la obligación de adecuarse a los lineamientos emergentes y por tanto, se planificó la Mejora Tecnológica de la PTARD, que permitirá optimizar la eficiencia y eficacia en el funcionamiento y procesamiento de la planta, para lograr que los parámetros físicos, químicos y biológicos del efluente, se encuentren por debajo de los límites máximos permisibles, establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM, el cual Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

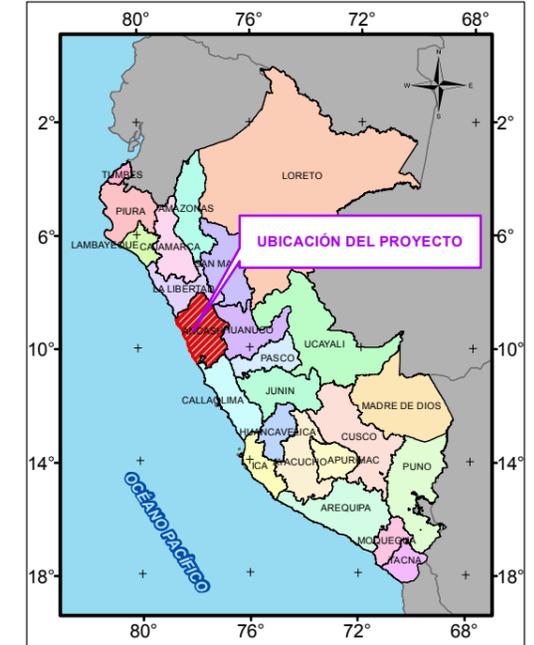
Es por esto que presento la investigación titulada: MEJORA TECNOLÓGICA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO DE LOS SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA (SIMA) S.A. – CENTRO DE OPERACIÓN N° 3, CHIMBOTE



MAPA DISTRITAL



MAPA PROVINCIAL S/E



MAPA DEPARTAMENTAL S/E

**SIMBOLOGÍA**

- Zona de estudio
- Ríos y Quebradas
- Lagunas
- Islas

**LEYENDA**

- Límite Departamental
- Límite Provincial
- Límite Distrital

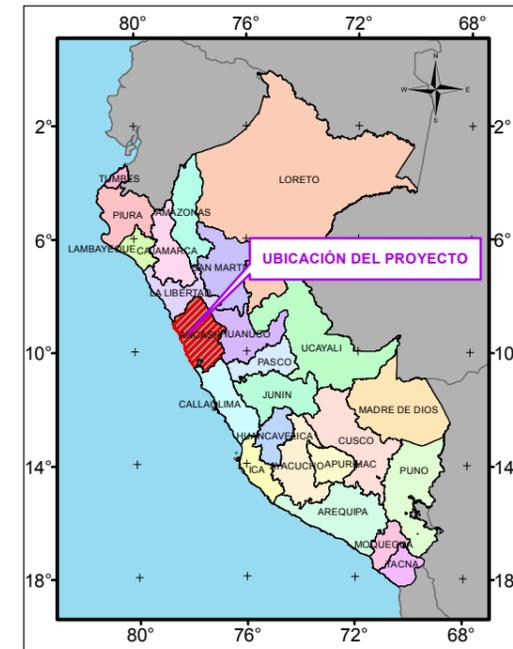
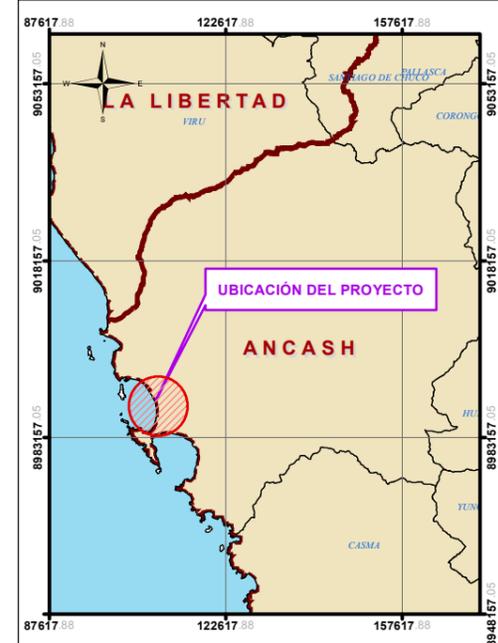
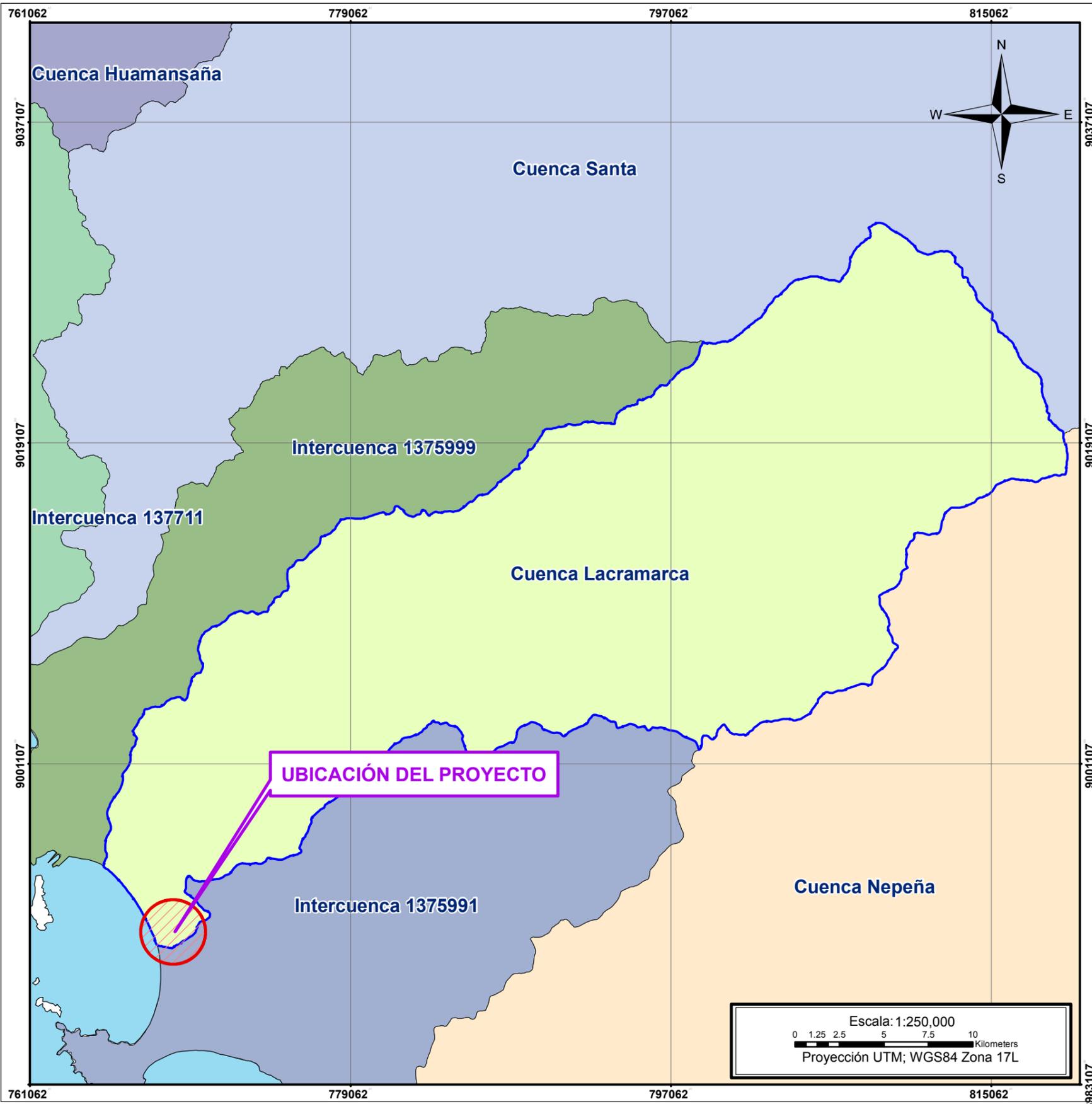
CONFIDENCIAL	EMITIDO PARA REVISIÓN/ APROBACIÓN				
<p>ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION DE LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL POR PARTE DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C.</p>					
	0				
	A				
	Emisión	Fecha	CAD	Diseño	Revisado



REVISADO POR:	
APROBADO POR CLIENTE:	
DISEÑO: M.R.H.	CAD: F.M.G.
ARCHIVO: H-01_U General	

PROYECTO: AUTORIZACIÓN DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO DEL SIMA CHIMBOTE
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN
CÓDIGO: H-01
REV.Nº: 0





**SIMBOLOGÍA**

Zona de estudio	
Cuenca Hidrográfica Lacramarca	
Cuenca Control Lacramarca	

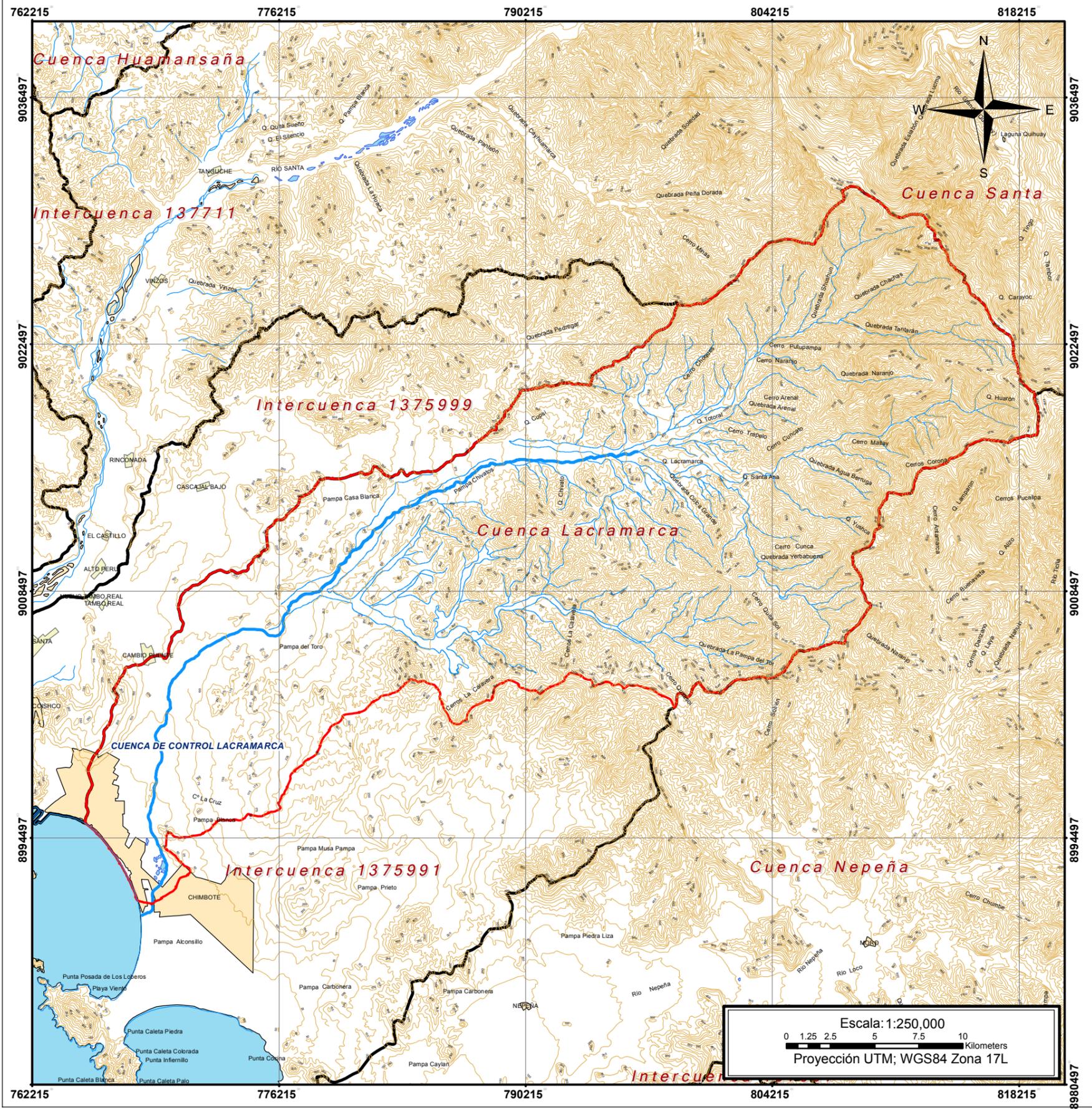
CONFIDENCIAL	EMITIDO PARA REVISIÓN/ APROBACIÓN				
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION DE LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL POR PARTE DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C.					
	0				
	A				
	Emisión	Fecha	CAD	Diseño	Revisado



REVISADO POR:	
APROBADO POR CLIENTE:	
DISEÑO:	CAD:
M.R.H.	F.M.G.
ARCHIVO:	H-02_U Hidrográfica

PROYECTO:	*AUTORIZACIÓN DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO DEL SIMA CHIMBOTE*	
PLANO:	UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	
CÓDIGO:	H-02	REV.Nº: 0





**ÁREA DE ESTUDIO**

CONFIDENCIAL		EMITIDO PARA REVISIÓN/ APROBACIÓN				
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION DE LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL POR PARTE DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C.						
0						
A						
Emisión	Fecha	CAD	Diseño	Revisado		

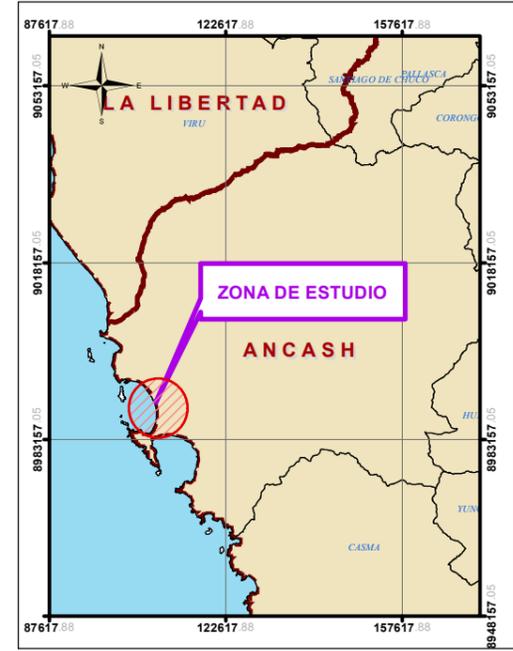


REVISADO POR:	PROYECTO:
APROBADO POR CLIENTE:	PLANO:
DISEÑO:	CAD:
ARCHIVO:	H-03_U Morfología

PROYECTO:		"AUTORIZACION DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL ASTILLERO DEL SIMA CHIMBOTE"	
PLANO:		MORFOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO	
CÓDIGO:		H-03	
REV.º:		0	



AV. GENERAL GARZÓN 1283 - OI 608  
LIMA 11 - LIMA - PERÚ



**MAPA PROVINCIAL S/E**



**MAPA DEPARTAMENTAL S/E**

**SIMBOLOGÍA**

Zona de estudio	
Ríos y Quebradas	
Curvas de Nivel c/ 50m	
Lagunas	
Cuenca Lacramarca	
Cuenca de Control Lacramarca	

**PARÁMETROS MORFOLÓGICOS**

Cuenca Control	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Longitud Río (km)	Índice de Compacidad (Ic)	Factor de Forma (Ff)	Índice de Pendiente Global (Ig)	L equivalente	l equivalente
Lacramarca	849.15	171.10	46.93	1.66	0.39	50.20	74.09	11.46

ELABORACIÓN PROPIA

**PARÁMETROS FÍSICOS**

Cuenca Control	Altitud Máxima (msnm)	Altitud Mínima Río (msnm)	Altitud Mínima (msnm)	Scuencia (%)	Scauce (%)
Lacramarca	4572.4	748.0	6.0	24.5	15.8

ELABORACIÓN PROPIA

**PARÁMETROS DE LA RED DE DRENADJE**

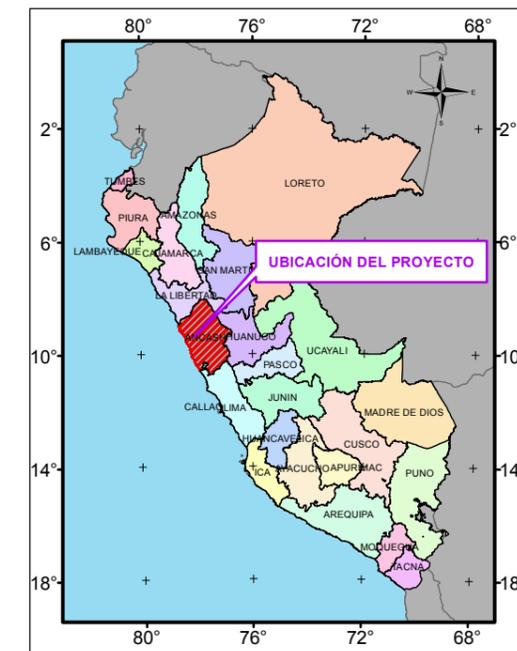
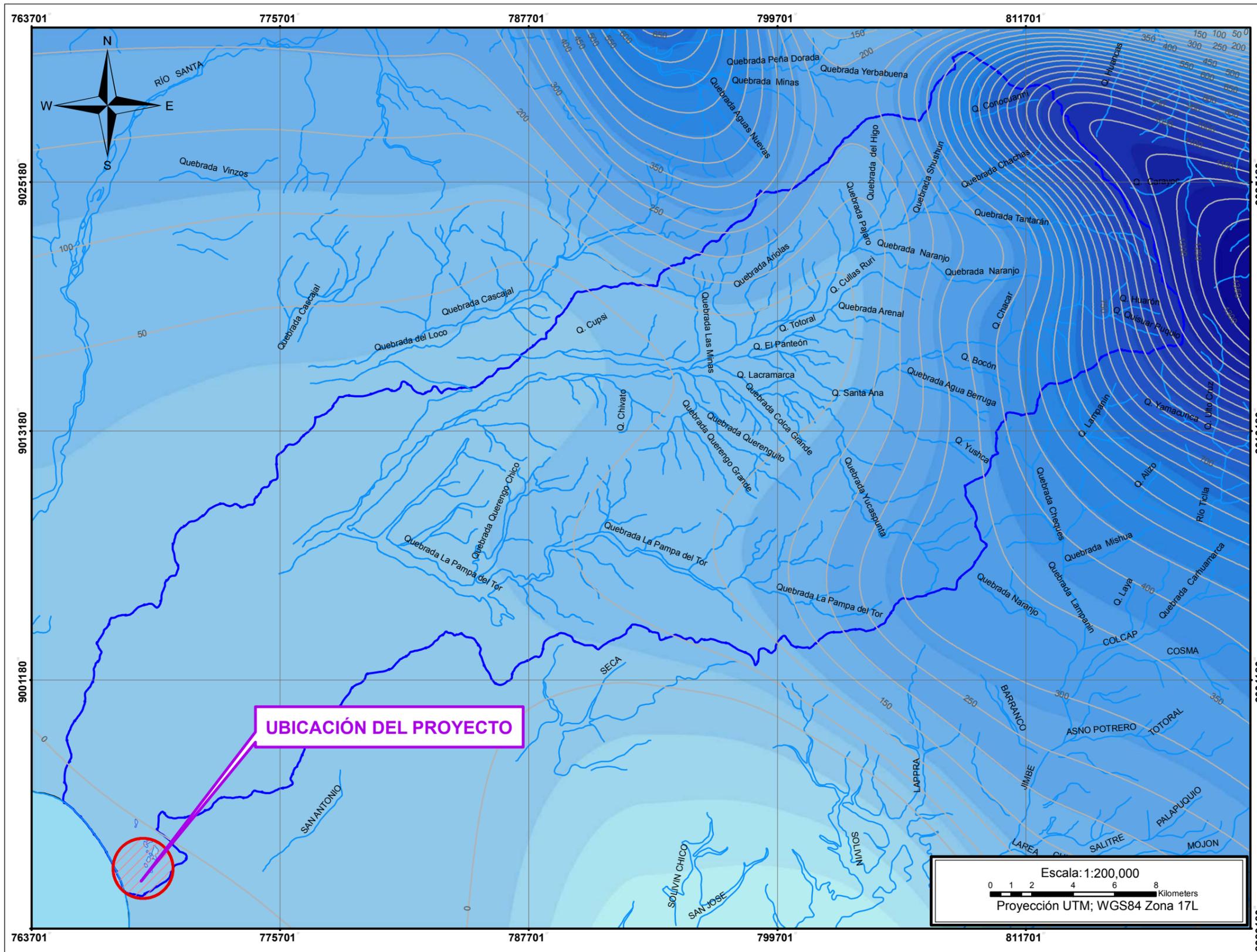
Microcuenca	Longitud Total de Ríos (km)	Densidad de drenaje	Constante de lasticidad	Orden de Corriente
Lacramarca	592.04	0.13	7.72	5

ELABORACIÓN PROPIA

**TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Hrs)**

Fórmula de Kirpich(h)	US Corps	Fórmula Californiana	Fórmula de Gandioti	Hatthaway	Fórmula Australiana	George Rivero	Promedio (h)	Promedio Geométrico(h)	Mediana (h)
2.21	7.30	2.20	2.71	2.40	7.69	10.65	5.02	4.08	2.71

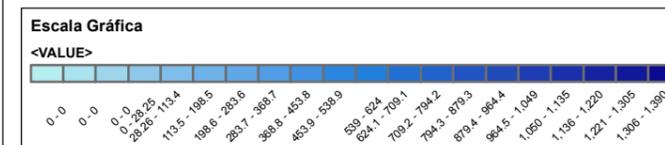
ELABORACIÓN PROPIA



MAPA DEPARTAMENTAL S/E



MAPA PROVINCIAL S/E



MAPA HIDROGRÁFICO

SIMBOLOGÍA	
Zona de estudio	
Cuenca Hidrográfica Lacramarca	
Curvas Isoyetas C/100	

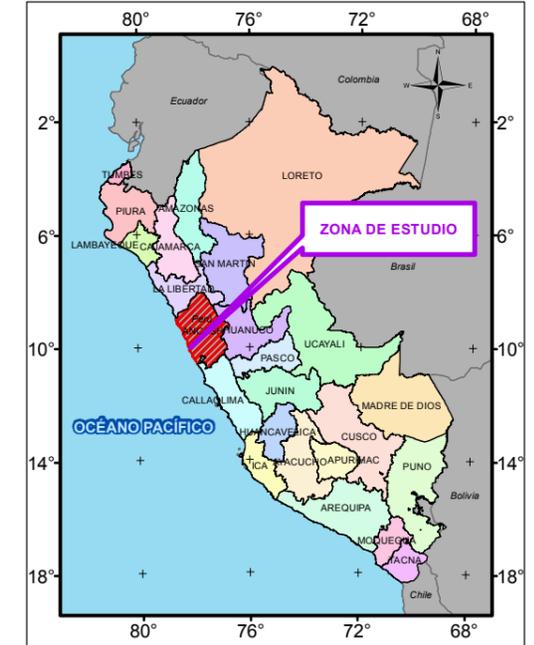
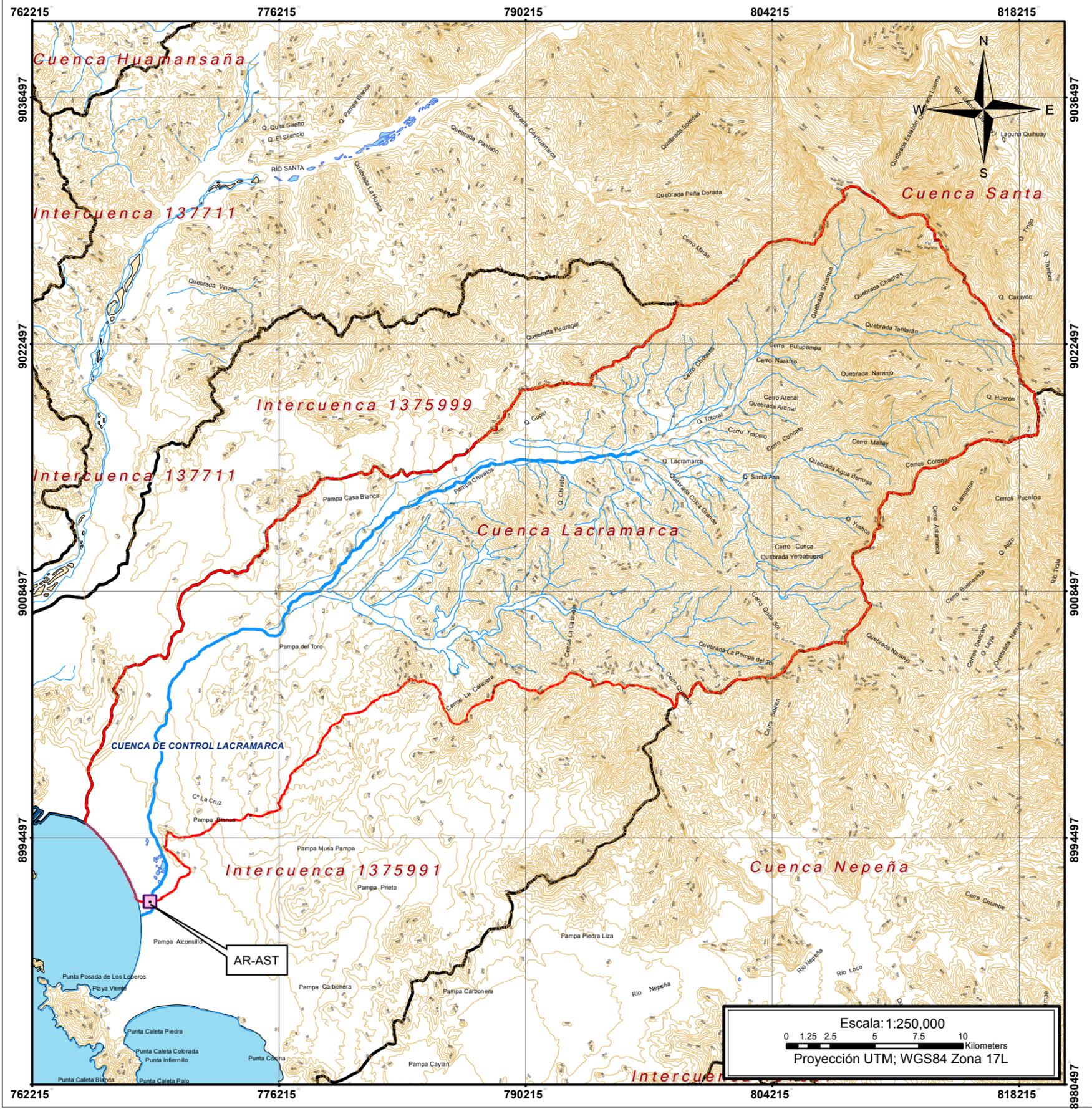
CONFIDENCIAL	EMITIDO PARA REVISIÓN/ APROBACIÓN				
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION DE LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL POR PARTE DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C.	0				
	A				
	Emisión	Fecha	CAD	Diseño	Revisado



REVISADO POR:	PROYECTO:
APROBADO POR CLIENTE:	PLANO:
DISEÑO: M.R.H.	CAD: F.M.G.
ARCHIVO: H-04_U Precipitación	CÓDIGO: H-04

PROYECTO:	PROYECTO:
PLANO:	PLANO:
CÓDIGO:	CÓDIGO:
REV#: 0	REV#: 0





**SIMBOLOGÍA**

- Zona de estudio
- Ríos y Quebradas
- Curvas de Nivel c/ 50m
- Lagunas
- Cuenca Lacramarca
- Cuenca de Control Lacramarca
- Punto de Vertimiento

**PUNTO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Cuenca de Control	Coordenadas UTM - Datum WGS84 - 17L			Caudal de Vertimiento (l/s)
	Este	Norte	Altitud	
AR-AST	768 977	8 990 750	6	1.48

Elaboración Propia

**CAUDAL MEDIO ANUAL**

Cuenca de Control	Área (km <sup>2</sup> )	Altitud Media (msnm)	Precipitación Total Media Anual (mm)	Caudal Medio Anual (m <sup>3</sup> /s)	Rendimiento Anual (l/s/km <sup>2</sup> )
Lacramarca	849.1	2897.6	205.4	32.6	3.53

Elaboración Propia

**Caudales Medios Mensuales (m<sup>3</sup>/s) - Método de Lutz Scholz**

Cuenca de Control	Caudales Medios Mensuales (m <sup>3</sup> /s) - Método de Lutz Scholz											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lacramarca	4.6	7.3	8.7	5.7	2.5	1.1	0.7	0.4	0.4	1.1	1.3	2.1

Elaboración Propia

CONFIDENCIAL	EMITIDO PARA REVISIÓN/ APROBACIÓN				
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA SON PROPIEDAD DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C. SU USO SIN PREVIA AUTORIZACION ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACION DE LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE PLANO SERA RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL POR PARTE DE ENVIRO SOLUTIONS S.A.C.					
	0				
	A				
	Emisión	Fecha	CAD	Diseño	Revisado



REVISADO POR:	PROYECTO:
APROBADO POR CLIENTE:	PLANO:
DISEÑO:	CAD:
ARCHIVO:	H-05_Caudales

PROYECTO:	*AUTORIZACION DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PROVENIENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO DEL SIMA CHIMBOTE*
PLANO:	CAUDALES MEDIOS MENSUALES
CÓDIGO:	H-05
REV.º:	0



# CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

## 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2009), en el 2025 la población mundial será del orden de 7.200 millones de personas y unas dos terceras partes se concentrarán en ciudades. Aunque la urbanización por sí misma no es un problema, los crecimientos mal planeados, por lo general, causan problemas ambientales, como agotamiento y contaminación de los recursos agua, aire y suelo por el vertimiento y manejo inadecuado de los residuos líquidos y sólidos generados. (Torres, 2012)

Mientras en los países europeos norteamericanos la tecnología anaerobia es usada por lo general solo para el tratamiento de aguas residuales industriales – ARI– y en especial para la digestión de lodos de sistemas aerobios (GTZ, 1997), en países de clima tropical y subtropical como Brasil, Colombia, México, China, India, Portugal y otros, varias tecnologías han sido adaptadas y muchos esfuerzos han sido dirigidos al tratamiento anaerobio, destacándose la aplicación de reactores anaerobios de manto de lodos y flujo ascendente, conocidos como UASB por su sigla en inglés de upflow anaerobic sludge blanket (Torres, 2012).

En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015 (Larios-Meño, J.; González, C. & Morales, Y. 2015).

Yee-Batista (2013) también afirma que el 70% de las aguas residuales de la región latinoamericana no son tratadas. El agua es extraída, usada y devuelta completamente contaminada a los ríos.

La Bahía El Ferrol se ha visto afectada por más de cuatro décadas por actividades industriales, especialmente pesqueras, y vertimientos de aguas residuales domésticas, mostrando indicios de eutrofización y episodios de hipoxia y anoxia. Es considerada como una de las bahías más contaminadas

del Perú, como producto de la industria de harina de pescado que se desarrolla desde los años 60, actividades minero-metalúrgicas y el crecimiento poblacional (Rubio J., et. al., 2009).

Las zonas con inadecuado abastecimiento de agua sufren por lo general de enfermedades como el cólera, la hepatitis, la disentería, gastroenterocolitis, etc.; por lo que el tratamiento de aguas residuales requiere del diseño de políticas de saneamiento ambiental, más aun teniendo en cuenta que en las ciudades, se generan aguas residuales originadas por uso doméstico, uso industrial y uso residual agrícola, para lo cual se requieren plantas de tratamiento de aguas residuales especialmente en las ciudades, dado el alto nivel de concentración urbana.

## **1.2 Delimitaciones y Definición del Problema**

### **1.2.1. Delimitaciones**

#### **A. Delimitación Espacial.**

Se realizará en la empresa SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA S.A., Centro de operación N° 3 – Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

#### **B. Delimitación Temporal.**

El presente proyecto se desarrolla entre los meses de Enero y Mayo del año 2017.

#### **B. Delimitación Social.**

El componente social está conformado por la población asentada en el distrito de Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, enfatizando a la Zona Industrial 27 de Octubre, establecida en el litoral costero de la Bahía El Ferrol.

## **D. Delimitación Conceptual**

- D.1. Informe Técnico Sustentatorio.** Instrumento de gestión ambiental complementario que se elabora para los casos en los cuales sea necesario modificar componentes auxiliares o hacer ampliaciones en proyectos de inversión con certificación ambiental aprobada que tengan impacto ambiental no significativo, o se pretenda hacer mejoras tecnológicas. En estos supuestos, no se requiere un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental, sino la aprobación del informe técnico sustentatorio.
- D.2. Aguas Residuales.** 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.
- D.3. Aguas Residuales Domésticas.** Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.
- D.4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales domésticas.

### **1.2.2. Definición del Problema**

La actual Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) de la empresa Servicios Industriales de la Marina S.A., Centro Operativo N° 3 – Chimbote, no posee la apropiada eficacia y eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas, procedentes de sus instalaciones de saneamiento básico y comedor, por lo que la Jefatura SIMACH junto con la

Oficina de Gestión Integrada, decidieron realizar la Mejora Tecnológica de la PTARD, con el fin de optimizar el proceso en mención, y cumplir con la legislación nacional. Para llevar a cabo la presente mejora, es obligatorio obtener la Autorización de Entidades Públicas como la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la Dirección General de Salud (DIGESA) y el Ministerio de Producción, siendo este último el encargo de evaluar y aprobar el Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) aplicable a esta actividad. De acuerdo al proyecto a realizar, el IGA seleccionado y acorde, es el Informe Técnico Sustentatorio (ITS).

### **1.3. Formulación del Problema.**

#### **1.3.1. Problema principal.**

¿Es posible aplicar una Mejora Tecnológica en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Astillero de los Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A. – Centro de Operación nº 3 Chimbote y así obtener los permisos correspondiente para su operación?

### **1.4. Objetivo de la Investigación**

- ✓ Determinar que la aplicación de una Mejora Tecnológica, en el Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Del Astillero De Los Servicios Industriales De La Marina (Sima) S.A. – Centro De Operación N° 3 Chimbote, mejora la calidad de dichas aguas lo suficiente como para obtener los permisos y licencias correspondientes para su operación.

### **1.5. Hipótesis de la investigación**

La implementación de una Mejora Tecnológica, en el Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Del Astillero De Los Servicios Industriales De La Marina (Sima) S.A. – Centro De Operación N° 3 Chimbote, mejorará la calidad de dichas aguas lo suficiente como para obtener los permisos y licencias correspondientes para sus operaciones.

## **1.6. Variables e Indicadores**

No Aplica.

### **1.6.1. Variable Independiente:** No aplica.

**A. Indicadores:** No aplica.

**B. Índices:** No aplica.

### **1.6.2 Variable Dependiente:** No aplica.

**A. Indicadores:** No aplica.

**B. Índices:** No aplica.

## **1.7. Viabilidad de la investigación**

### **1.7.1. Viabilidad técnica**

La mejora tecnológica planteada concederá la optimización del funcionamiento de la PTARD. Esta mejora tecnológica implicará modificaciones favorables en el sistema, de una manera básica pero muy eficiente.

### **1.7.2. Viabilidad operativa.**

En cuanto a este ítem, la empresa consultora a cargo de la implementación del proyecto de la Mejora Tecnológica de la PTARD, contempló el involucramiento y capacitación del personal de SIMA PERÚ S.A. en todo momento, con el objetivo de que ellos cuenten con el conocimiento y entrenamiento en el momento de poner en marcha y operar la PTARD. Asimismo, para garantizar el funcionamiento continuo y permanente de la PTARD, se diseñaron Manuales, tanto para la Operación, como para el Mantenimiento respectivo.

### **1.7.3. Viabilidad económica.**

La inversión es moderadamente considerable, sin embargo, el gasto está considerado dentro del Presupuesto Anual Corporativo. Asimismo, dado que SIMA PERÚ S.A. cuenta con la Certificación ISO 14001, tiene el compromiso de proteger y conservar el medio ambiente, minimizando y mitigando sus impactos ambientales sobre éste.

## **1.8. Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.8.1. Justificación**

Las aguas residuales domésticas, no cuentan con un tratamiento eficiente, que permita reducir los niveles de los contaminantes a valores aceptables por la legislación ambiental nacional.

SIMA PERÚ S.A., cuenta con una PTARD, cuyo sistema de tratamiento no era lo suficientemente eficiente para obtener valores de la calidad del agua residuales, acorde a los niveles permitidos por la Ley.

Por lo que se consideró, incluir este proyecto como actividad a realizar dentro del Plan de Vigilancia Ambiental, así como en el Presupuesto Anual Corporativo.

### **1.8.2. Importancia.**

Fieles y conscientes del cumplimiento de la normatividad ambiental nacional y del ISO, se proyectó la Mejora Tecnológica de la PTARD, con el fin de adecuarse a los Límites Máximos Permisibles, dados, en este caso, por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Además, la optimización del sistema de tratamiento de ARD, permitirá mantener la Calidad Ambiental del Agua del Río Lacramarca, cuerpo receptor del vertimiento. A su vez, conservar a la flora y fauna presente en el ecosistema acuático.

También, este proyecto, representa un ejemplo a ser replicado por las demás empresas ubicadas, principalmente, en la Zona Industrial, 27 de Octubre de la ciudad de Chimbote.

## **1.9. Limitaciones de la Investigación**

Durante la etapa inicial y final de la presenta investigación, no se contó con ninguna limitación.

## 1.10. Tipo y Nivel de la Investigación

### 1.10.1. Tipo de investigación

El presente estudio, reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada.

### 1.10.2. Nivel de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo.

## 1.11. Método y Diseño de la investigación

### 1.11.1. Método de la investigación

Se empleó el **método analítico**, el cual distingue las partes de un todo y procede a la revisión ordenada de cada uno de los elemento por separado.

### 1.11.2. Diseño de la investigación

El estudio presenta un Diseño Descriptivo.

## 1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

### 1.12.1. Técnicas

La técnica de recolección de información empleada fue el **análisis documental**, dado que es necesario recolectar datos de libros, artículos científicos, expedientes técnicas, normas nacionales, etc.

Asimismo, se aplicó la técnica de **observación**, que permitió obtener información directa y confiable.

### 1.12.2. Instrumentos

Se utilizó la **ficha de registro de datos**, que permite el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias.

## **1.13. Cobertura de Estudio**

### **1.13.1. Universo.**

El universo estará constituido por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Astillero de los Servicios Industriales de la Marina S.A. – Centro de Operación N° 3 Chimbote.

### **1.13.2. Muestra**

La muestra estará conformado por muestras de aguas residual doméstica, que permitirá determinar la calidad actual del efluente y poder proyectar su optimización, regulada hacia los Límites Máximos Permisibles, con la mejora tecnológica de la Planta.



**INFORME DE ENSAYO N° 3326-14**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR  
DIRECCIÓN  
PRODUCTO DECLARADO  
LUGAR DE MUESTREO  
FECHA DE MUESTREO  
MÉTODO DE MUESTREO  
CANTIDAD DE MUESTRA  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA  
FECHA DE RECEPCIÓN  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA  
ENSAYOS REALIZADOS EN  
CÓDIGO COLECBI

: **SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA S.A.**  
: Av. Los Pescadores N° 151 Z.I. 27 de Octubre Chimbote.  
: **AGUA RESIDUAL.**  
: Av. Los Pescadores N° 151 Z.I. 27 de Octubre Chimbote.  
: 2014-11-10  
: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9060, 22nd Ed. 2012.  
: 04 muestras x 500mL c/u  
: En frasco de vidrio ámbar con tapa, frasco de plástico con tapa.  
: 2014-11-10  
: 2014-11-10  
: 2014-11-15  
: En buen estado.  
: Laboratorio Físico Químico.  
: **SS 001571-14**

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	Caja de Registro
D.B.O. <sub>5</sub> (mg/L)	124,6
D.Q.O. (mg/L)	168,6
S.S.T. (mg/L)	110
Aceites y Grasa (mg/L)	24
pH	8,39
Temperatura (°C)	25,4

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

D.B.O.<sub>5</sub> : SMEWW 22th Edition 2012 5210B

D.Q.O. : SMEWW 22th Edition 2012 5220C

S.S.T. : SMEWW 22th Edition 2012 2540 D

Aceites y Grasa : SMEWW 22th Edition 2012 5520D

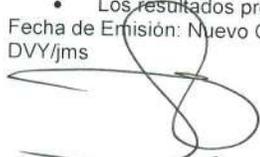
pH : SMEWW 22th Edition 2012 4500H+B

Temperatura : SMEWW 22th Edition 2012 2550B

**NOTA:**

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 15 del 2014.  
DVY/fms

  
Denis M. Vargas Yepéz  
Jefe de Laboratorio  
Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 03  
Fecha 2012-07-27

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



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 046



Registro N° LE-046

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 3325-14**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA S.A.
DIRECCIÓN	: Av. Los Pescadores N° 151 Z.I. 27 de Octubre Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL.
LUGAR DE MUESTREO	: Av. Los Pescadores N° 151 Z.I. 27 de Octubre Chimbote.
FECHA DE MUESTREO	: 2014-11-10
MÉTODO DE MUESTREO	: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9060, 22nd Ed. 2012.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 500mL
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de vidrio esteril transparente con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2014-11-10
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2014-11-10
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2014-11-14
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigeradas.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Microbiología.
CÓDIGO COLECBI	: SS 001571-14

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS	
	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Coliformes Fecales (NMP/100mL)
Caja de Registro	17x10 <sup>5</sup>	70x10 <sup>5</sup>

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

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

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

**NOTA :**

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

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Noviembre 15 del 2014

GVR/jms

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

LC-MP-HRIE  
Rev 03  
Fecha 2012-07-27

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

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

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

e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Como parte de las medidas de corrección y mitigación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para la gestión de efluentes domésticos, se consideró el reemplazo de la poza de oxidación, con la construcción de un pozo séptico, con la finalidad de mejorar la calidad del vertimiento que se efectuaba en el río Lacramarca.

En el año 2012, SIMA Chimbote presenta al Ministerio de la Producción (PRODUCE) la calificación previa del proyecto “Reparación y Adecuación del Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas del Astillero”, donde se describe la implementación de un nuevo sistema de tratamiento compuesto por una (01) trampa de grasas, un (01) tanque colector, un (01) tanque séptico de dos cámaras, un (01) filtro biológico, un (01) tanque de homogenización, una (01) cámara de rebombeo y una (01) tubería de impulsión, donde PRODUCE concluye que de acuerdo a la evaluación al proyecto no se requiere de ningún instrumento ambiental adicional.

### **2.2. Marco Histórico**

El Perú tiene una extensión territorial de 1,285,216 km<sup>2</sup> divididos en tres regiones naturales, la costa, la sierra y la selva y se define como un país pluricultural, intercultural, multilingüe y multiétnico.

En 1993 la población total del país ascendía a 21,801,600 habitantes, en 1998 a 24,800,700 habitantes y según el último censo realizado por el INEI en el año 2005 se tenía una población de 27,219,264 habitantes, lo que hace una densidad poblacional media de 21.2 habitantes por km<sup>2</sup>, con una tasa de crecimiento de 1.40% anual, de los cuales 19.6 millones viven en zonas urbanas y los restantes en zonas rurales.

En términos de recursos hídricos totales, el agua superficial disponible es abundante, constituyendo un gran potencial. No obstante, los factores que afectan el clima del país originan una gran variedad y discontinuidad del

recurso del agua a través del tiempo. La pérdida de la calidad del agua es crítica en algunas regiones del país y se debe fundamentalmente a la contaminación por efluentes provenientes de las actividades productivas de la industria, sobre todo la industria minero-metalúrgica, y por los desechos domésticos y agroquímicos, que afectan fuentes de abastecimiento de agua y ponen en riesgo la salud de la población.

El marco institucional del sector de agua potable y saneamiento ha sufrido muchos cambios sucesivos durante las últimas décadas, con ciclos de centralización y de descentralización, sin lograr una mejora en la calidad de los servicios.

#### *Los años 60: Una estructura municipal*

Al principio de los años 60 los municipios tenían la responsabilidad de brindar el servicio de agua y saneamiento en Perú. Sin embargo, para la mayoría de las ciudades esta responsabilidad se transfirió al Ministerio de Vivienda durante los años 60.

En el ámbito rural, las inversiones se realizaban a través del Ministerio de Salud Pública y su dirección de Saneamiento Básico Rural - DISABAR. Los servicios así construidos fueron entregados a juntas administradoras para su administración, operación y mantenimiento.

#### *Los años 70: Una estructura dual*

En los años 70 las grandes ciudades (Lima, Arequipa, Trujillo) tenían sus propias empresas de saneamiento (responsables tanto para agua potable como para el saneamiento). En las áreas urbanas del resto del país los servicios fueron proporcionados por la Dirección General de Obras Sanitarias (DGOS) del Ministerio de Vivienda y Construcción (MVC).

#### *Los años 80: La centralización y el SENAPA*

En el año 1981, el gobierno del Arq. Fernando Belaunde Terry fusionó las tres empresas de saneamiento de Lima, Arequipa y Trujillo y la DGOS en una sola empresa estatal matriz: el Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado (SENAPA). El SENAPA estaba conformado por 15 empresas filiales y 10 unidades operativas distribuidas a lo largo del país. SEDAPAL en Lima era la más grande de estas empresas filiales estatales. Sin embargo, 200

ciudades (20%) quedaron afuera del SENAPA y administraron sus propios servicios. El Ministerio de Salud continuaba apoyando el servicio en el ámbito rural.

El gobierno de Alan García (1985-1990) inició la "Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud" de 1990 (Decreto Legislativo N° 584) que eliminó la DISABAR, transfiriendo a los gobiernos regionales las funciones de equipamiento, rehabilitación y conservación de equipos, construcción de infraestructura física y saneamiento básico rural.

Con el cambio del gobierno en 1990 estos cambios no se realizaron, como la regionalización del país no se hizo.

#### Los años 90: Descentralización y comercialización

En la década del 90 el sector de agua y saneamiento en Perú fue nuevamente descentralizado. En mayo 1990 el gobierno saliente de Alan García dispone la transferencia de todas las empresas filiales y unidades operativas del SENAPA a las municipalidades provinciales y distritales. El SENAPA hubiera sido convertido en una empresa encargada sólo de brindar asistencia técnica a las municipalidades, lo que no ocurrió.

El gobierno de Alberto Fujimori (1990-2000) inició un nuevo reordenamiento legal e institucional del sector con el objetivo de la comercialización y de la privatización de las Empresas Prestadoras de Servicios (EPS).

En 1991 se promulgó la ley de la promoción de la inversión privada en el campo de saneamiento. En 1992 se encarga el sector saneamiento al Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (PRONAP) y se transfiere el SENAPA y SEDAPAL al Ministerio de la Presidencia. En 1994 se promulga la Ley General de Servicios de Saneamiento mediante la cual se designa al Ministerio de la Presidencia como el ente rector del sector saneamiento. También se ratifica el papel de los municipios asignado por la Ley Orgánica de Municipalidades, y se crea la figura jurídica de Entidad Prestadora de Servicios (EPSs) para designar a las empresas municipales encargadas de administrar los servicios de agua potable y alcantarillado en el área urbana.

Asimismo, en 1994 se promulga la Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). En paralelo se hizo un reordenamiento tarifario con el objetivo de lograr la viabilidad financiera de las EPS. El reordenamiento consistió en una disminución de las categorías de consumo y del consumo mínimo. Según la campaña nacional por el derecho humano al agua, tenía el efecto contrario y la tarifa promedia disminuyó de US\$ 0.82/m<sup>3</sup> en 1996 a US\$ 0.56/m<sup>3</sup> en 1999.

De hecho, a pesar de las expectativas del gobierno, ninguna de las Empresas Prestadoras de Servicios se privatizaron durante el gobierno de Fujimori y todas quedaron públicas.

La Ley General de Servicios de Saneamiento establece que el Ministerio de Salud participará en políticas de saneamiento ambiental y calidad de agua, tarea que es desempeñada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Las actividades de capacitación y educación sanitaria, formando juntas administradoras de agua potable y supervisadas por el Ministerio de Salud se transfirieron, según la ley, a las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), empresas dedicadas al servicio de agua potable y alcantarillado en el medio urbano. Muy pocas EPS de hecho brindan este tipo de servicio a las juntas en áreas rurales.

DIGESA, además de la responsabilidad de formular políticas y dictar normas de calidad sanitaria y protección ambiental, presta apoyo en la formulación de proyectos y construcción de sistemas de agua potable y sistemas de disposición de excretas en el medio rural, labor que ejerce de manera coordinada con la Direcciones de Salud (DISA) existentes en cada departamento del país.

#### *2001-2006: Nuevos modelos de gestión - Una reforma silenciosa*

En el año 2002, durante la administración de Alejandro Toledo (2001-2006), se creó el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como ente rector del sector.

En el año 2004, se inicia la ejecución del PRONASAR (Proyecto Nacional de Agua y Saneamiento Rural), ejecutado por el Ministerio de Vivienda,

Construcción y Saneamiento con el apoyo del Banco Mundial. Con este programa la modalidad de intervención en los ámbitos rurales y de pequeñas ciudades cambia con relación al modo en que se venía efectuando, ya que en éste se daba una mayor importancia a la ejecución de infraestructura sin considerar la sostenibilidad de los sistemas construidos.

El PRONASAR en cambio comprende, en el ámbito rural, la mejora o ampliación de sistemas existentes y la construcción de sistemas nuevos, la capacitación y formación de Juntas de Agua y Saneamiento (JASS) para la administración de los sistemas, el fortalecimiento de capacidades municipales así como educación en salud e higiene a los usuarios. En cuanto a las pequeñas ciudades, comprende la implementación de nuevos modelos de gestión de la prestación de los servicios de agua y saneamiento a través de operadores especializados, el fortalecimiento de capacidades municipales, la educación en salud e higiene a los usuarios y el mejoramiento, rehabilitación o ampliación de los sistemas existentes.

En el ámbito urbano, se ha firmado en octubre del 2005 por primera vez en el Perú un contrato de concesión con una empresa privada en la provincia de Tumbes. La concesión de 30 años se otorgó después de una licitación abierta a un consorcio peruano-argentino, Latinaguas - Concyssa. Las inversiones bajo la concesión serán financiadas con el apoyo de un préstamo y de una donación del Banco KFW de Alemania al Gobierno del Perú.

Una segunda concesión está a punto de acordarse en la región Piura (EPS GRAU) y concesiones están en proceso de preparación para cuatro otras empresas en Huancayo, la región La Libertad, la región Ucayali y la región Lambayeque con financiamiento del BID, de la KFW de Alemania y del Canadá. El programa agua y saneamiento del Banco Mundial ha llamado a este proceso de participación privada en el interior del país, en conjunto con el PRONASAR en áreas rurales, una "reforma silenciosa del sector".

En la actualidad en el sector de agua y saneamiento, el organismo rector del sector es el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y es el Viceministerio de Construcción y Saneamiento el encargado de las políticas del sector que a su vez cuenta con la Dirección General de Saneamiento como uno de sus órganos de línea que tiene como órgano executor al "Programa de

Apoyo a la Reforma del Saneamiento" (PARSSA Ex PRONAP), encargado de llevar a cabo el Proyecto de Apoyo al Saneamiento Básico (PASSB).

El Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social (FONCODES), ente dependiente de la Presidencia de la República, financia y supervisa las obras en el medio rural. La función de regulación corresponde a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), organismo adscrito al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Las municipalidades provinciales son responsables de la prestación de los servicios de saneamiento, en el ámbito de su jurisdicción, a excepción de los servicios en Lima metropolitana que está a cargo de la empresa Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). Las municipalidades otorgan el derecho de gestión de estos servicios a las Entidades Prestadoras de Servicios (EPS).

En el ámbito rural, la explotación de los servicios es realizada por acción comunal, mediante la organización de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS). El funcionamiento de las JASS está regulado por la SUNASS.

Adicionalmente, el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) es responsable de ejercer la vigilancia de la calidad de agua de consumo, y de la normatividad sobre saneamiento ambiental.

El Ministerio de Agricultura otorga los derechos de uso del recurso hídrico y el MEF negocia préstamos y regula la actividad financiera de las empresas del estado.

Existen 54 EPS reconocidas por la SUNASS, que prestan el servicio de agua potable y alcantarillado a nivel nacional en las zonas catalogadas como urbanas, en donde viven 19.6 millones de habitantes, y representa el 73% de la población total del país.

La SUNASS clasifica a las EPS según el tamaño es decir por el número de conexiones, existiendo 4 categorías:

SEDAPAL: Más de 1,000,000 de conexiones (1)  
EPS Grandes: Entre 200,000 y 40,000 conexiones (9)  
EPS Medianas: Entre 10,000 y 40,000 conexiones (21)  
EPS Pequeñas: Entre 10,000 y 1,000 conexiones (23)

La mayor EPS es la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, SEDAPAL, que es propiedad del Estado, y que atiende a la ciudad de Lima y la provincia constitucional del Callao. SEDAPAL concentra en el área geográfica de su jurisdicción a 7.9 millones de habitantes, más de la mitad (51.3%) de la población urbana del país que es abastecida por las EPS. El resto de EPS son de propiedad municipal y atienden a la población urbana de 114 provincias del territorio nacional. Las provincias restantes son abastecidas directamente por las propias municipalidades. (Espinoza, 2010).

### **2.3. Marco Conceptual**

Para el tratamiento de las aguas residuales, se conoce como Operaciones Unitarias a aquellos métodos de tratamiento en los que predominan los fenómenos físicos, para diferenciar de aquellos métodos en los que la eliminación de los contaminantes se realiza sobre la base de procesos químicos o biológicos que se conocen como Procesos Unitarios (Delgadillo & Condori, 2010).

En la actualidad, las Operaciones y Procesos Unitarios se agrupan entre sí para constituir los así llamados Tratamiento Primario, Secundario y Terciario (Avanzado):

1. Tratamiento Primario (Asentamiento de sólidos)
2. Tratamiento Secundario (Tratamiento biológico de sólidos flotantes y asentados)
3. Tratamiento Terciario (Pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección).

### **AGUAS RESIDUALES**

Las Aguas Residuales, llamadas también Aguas Negras y Aguas Servidas, definen un tipo de agua que está contaminado con sustancias fecales y orina, procedentes de vertederos orgánicos humanos o animales. Son negras por el

color que habitualmente tienen, por ser transportadas mediante alcantarillas. Algunos autores hacen una diferencia entre Aguas Servidas y Aguas Residuales en el sentido de que las primeras sólo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales.

El análisis del Agua Residual doméstica varía desde determinaciones precisas químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. Existen parámetros que afectan entre sí, como la temperatura que afecta la actividad biológica o la cantidad de gases, los cuales pueden ser los siguientes:

- *Físicos*: sólidos, temperatura, color y olor.
- *Químicos*: proteínas, carbohidratos, grasas de animales, aceites, cloruros, nitrógeno, fósforo, azufre, oxígeno, sulfuro de hidrógeno y metano por la descomposición de las aguas domésticas
- *Biológicos*: protistas por residuos domésticos, virus.

**TABLA Nº 1. COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

CONTAMINANTES	mg/l	CONCENTRACIÓN		
		FUERTE	MEDIA	DÉBIL
Sólidos, en total	mg/l	1200	700	350
Disueltos, en total	mg/l	850	500	250
Fijos	mg/l	525	300	145
Volátiles	mg/l	325	200	105
Suspendidos, en total	mg/l	350	200	100
Fijos	mg/l	75	50	30
Volátiles	mg/l	275	150	70
Sólidos sedimentables (ml/l)	mg/l	20	10	50
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días 20°C	mg/l	300	200	100
Carbono orgánico total (COT)	mg/l	300	200	100
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	1000	500	250
Nitrógeno (total como N)	mg/l	85	40	20
Orgánico	mg/l	35	15	8
Amoniaco libre	mg/l	50	25	12
Nitritos	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	0	0	0
Fósforo (total P)	mg/l	20	10	6
Orgánico	mg/l	5	3	2
Inorgánico	mg/l	15	7	4
Cloruros	mg/l	100	50	30
Alcalinidad CaCO <sub>3</sub> *	mg/l	200	100	50
Grasa	mg/l	150	100	50

Fuente: (Metcalf – Eddy, 1977)

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

### DISEÑO, EQUIPAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO

#### INDICE

<b>CAPITULO I: INTRODUCCION .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 ALCANCES Y OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1 Objetivo .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 Aspectos incluidos .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 TANQUE ECUALIZADOR .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1 Electrobomba sumergible recuperada (existente).....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2 Electrobomba sumergible proyectada .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.3 Difusores de burbuja fina proyectados .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 TANQUE DE AIREACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1 Sistema de aireación (soplador tipo lóbulos + motor eléctrico + accesorios del sistema) 5</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Difusores de burbuja fina proyectados .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 PRECIPITADOR QUÍMICO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1 Bombas dosificadoras de químicos pulsos tipo diafragma .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.2 Set de lamelas de policarbonato .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.3 Electrobomba sumergible recuperada (existente).....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 DIGESTOR DE LODOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.1 Difusores de burbuja fina proyectados .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 OXIDACIÓN AVANZADA.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.1 Difusores de burbuja fina proyectados .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.2 Bombas dosificadoras de químicos pulsos tipo diafragma proyectada.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.3 Electrobomba centrífuga proyectada .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 DESINFECCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6.1 Bomba dosificadora de cloro libre de pulsos tipo diafragma proyectada .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6.2 Mezclador estático.....</b>	<b>11</b>
<b>2.7 TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.8 INSTALACIONES SANITARIAS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.9 COBERTIZO METÁLICO .....</b>	<b>12</b>

## CAPITULO I: INTRODUCCION

### 1.1 ALCANCES Y OBJETIVOS

El presente documento tiene como alcance el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas de los Servicios Industriales de la Marina – SIMA Chimbote. Transformando la tecnología de tratamiento a un tratamiento fisicoquímico.

#### 1.1.1 Objetivo

El objetivo del documento actual es dar a conocer las especificaciones técnicas de las unidades mejoradas que componen la presente planta de tratamiento de agua residual doméstica para implementar el tratamiento fisicoquímico.

#### 1.1.2 Aspectos incluidos

- Especificaciones técnicas de los equipos propuestos para el mejoramiento.

## CAPITULO II: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 2.1 TANQUE ECUALIZADOR

Cuenta con dos entradas hombre para permitir el ingreso de una persona para labores de mantenimiento interno y/o limpieza. Las especificaciones técnicas del tanque ecualizador son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Concreto armado
Ubicación	Subterráneo
Descripción	Tanque de recepción de todos los efluentes
Dimensiones	Altura agua interna: 2.91m Ancho interno: 3.02 m Largo interno: 3.03 m
Volumen útil	18.30 m3

#### 2.1.1 Electrobomba sumergible recuperada (existente)

Las características técnicas de la electrobomba sumergible que se encuentra operando actualmente en la planta de tratamiento de aguas residuales son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Hierro fundido, impulsor abierto tipo vortex de hierro fundido
Características constructivas	Doble sello mecánico carburo silicio, dotadas con cable blindado
Tipo	Bombas de drenaje, para agua residual doméstica con alto concentración de sólidos en suspensión
Paso de solidos	50 mm
Temperatura	0°C hasta 40°C
Potencia	3.0 HP
Caudal de operación	750 lpm
ADT	10 m.c.a.

#### 2.1.2 Electrobomba sumergible proyectada

Las características técnicas de la electrobomba sumergible que se proyecta implementar para el mejoramiento de la planta de tratamiento son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Hierro fundido, impulsor abierto tipo vortex de hierro fundido
Características constructivas	Doble sello mecánico carburo silicio, dotadas con cable blindado
Tipo	Bombas de drenaje, para agua residual doméstica con alto concentración de sólidos en suspensión
Paso de solidos	50 mm
Temperatura	0°C hasta 40°C
Potencia	1.5 HP
Caudal de operación	160 lpm
ADT	10 m.c.a.

### 2.1.3 Difusores de burbuja fina proyectados

Las características técnicas de los difusores de burbuja fina proyectados son las expresadas en la siguiente tabla:

Parámetros	Características
Material	Poliuretano
Características	Doble sello y retención de contra presión.
Tipo	Difusor de burbuja fina de 9" Membrana: EPDM
Diámetro	9.0"
Conexión	3/4"
Temperatura	0°C hasta 40°C
Cantidad	14 unidades

## 2.2 TANQUE DE AIREACIÓN

El tanque de aireación cuenta con dos entradas hombre, con la finalidad de permitir el ingreso para realizar labores de mantenimiento interno y/o limpieza del tanque. Sus especificaciones técnicas se describen a continuación:

Parámetros	Características
Material	Concreto armado
Descripción	Tanque de aireación del efluente
Dimensiones	Altura de agua interna: 1.72 m Ancho interno: 1.85m Largo interno: 5.55 m
Volumen útil	17.66 m3

### 2.2.1 Sistema de aireación (soplador tipo lóbulos + motor eléctrico + accesorios del sistema)

Las características técnicas del sistema de aireación se describen en la siguiente tabla:

Parámetros	Características
Material	Varios
Motor	Potencia : 7.2 HP, 220/440V, 60 Hz. Velocidad : 3600 RPM Protección : IP 55
Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Base para motor y soplador, fabricada en</li> <li>▪ Acero A36, arenado con recubrimiento epóxico.</li> <li>▪ Filtro de admisión</li> <li>▪ Silenciador de entrada</li> <li>▪ Silenciador de Salida</li> <li>▪ Juego de transmisión por fajas y poleas.</li> <li>▪ Válvula de alivio PW.</li> <li>▪ Manómetro de 0 a 20 psi.</li> </ul>
Temperatura	70°C
Caudal de operación	120 Cfm
Presión de operación	07 psig
Cantidad	01 unidades

### 2.2.2 Difusores de burbuja fina proyectados

Las características técnicas de los difusores de burbuja fina proyectados para el tanque de aireación son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Poliuretano
Características constructivas	Doble sello y retención de contra presión.
Tipo	Difusor de burbuja fina de 9" Membrana: EPDM
Diámetro	9.0"
Conexión	3/4"
Temperatura	0°C hasta 40°C
Cantidad	22 unidades

## 2.3 PRECIPITADOR QUÍMICO

El precipitador químico es una estructura de concreto donde se llevará a cabo la precipitación de sólidos a través de la adición de un coagulante. Las especificaciones técnicas se describen a continuación:

Parámetros	Características
Material	Concreto armado
Ubicación	Sobre nivel
Descripción	Tanque donde se efectúa la precipitación de sólidos a través de la adición de coagulante.
Dimensiones	Altura nivel de agua: 1.20 m Ancho interno: 2.45 m Largo interno: 1.98 m
Volumen útil	5.82 m <sup>3</sup>

### 2.3.1 Bombas dosificadoras de químicos pulsos tipo diafragma

Las características técnicas de la bomba dosificadora de químicos, se describen en la siguiente tabla:

Parámetros	Características
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuerpo : PP (Polipropileno)</li> <li>▪ Diafragma: TEFLON</li> <li>▪ Válvulas antirretorno: PIREX</li> <li>▪ Asiento de válvula: PVC</li> <li>▪ Guía de válvula: PVC</li> <li>▪ Sellos: VITON</li> </ul> Caja Reductora: En Aluminio del tipo rueda dentada-tornillo sin fin con excéntrica y eje terminado en plato para movimiento del diafragma. Todo bañado en aceite y cubierta debidamente pintada.
Motor eléctrico	Norma IEC, protección IP55, aislamiento clase F, 0.37kw, 220/380/440V, 60 HZ, trifásico
Potencia	0.37 KW
Caudal de operación	10 LPH
Presión	5 BAR
Cantidad	1 unidad
Incluyen	Tanque de químicos y accesorios de instalación, pie de succión y check de descarga.

### 2.3.2 Set de lamelas de policarbonato

Las características del set de lamelas que se instalarán en precipitador químico son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Policarbonato
Espesor	1.5 cm
Numero de lamelas	8 unidades

### 2.3.3 Electroboomba sumergible recuperada (existente)

Las características técnicas de la electroboomba sumergible que se encuentra operando actualmente en la planta de tratamiento son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Hierro fundido, impulsor abierto tipo vortex de hierro fundido
Características constructivas	Doble sello mecánico carburo silicio, dotadas con cable blindado
Tipo	Bombas de drenaje, para lodos generados en el precipitador químico
Paso de solidos	50 mm
Temperatura	0°C hasta 40°C
Potencia	0.75 HP
Caudal de operación	100 lpm
ADT	5.0 m.c.a.

## 2.4 DIGESTOR DE LODOS

Las especificaciones técnicas del tanque digestor de lodos se describen a continuación:

Parámetros	Características
Material	HDPE
Ubicación	Sobre nivel
Descripción	Tanque de agua extra reforzado de color negro de HDPE
Volumen útil	10.00 m3

### 2.4.1 Difusores de burbuja fina proyectados

Las características técnicas de los difusores de burbuja fina que se instalarán en el tanque digestor de lodos son las siguientes:

Parámetros	Características
Material	Poliuretano
Características constructivas	Doble sello y retención de contra presión
Tipo	Difusor de burbuja fina de 9" Membrana: EPDM,
Diámetro	9.0"
Conexión	3/4"
Temperatura	0°C hasta 40°C
Cantidad	4 unidades

## 2.5 OXIDACIÓN AVANZADA

El tanque de oxidación avanzada cuenta con una entrada hombre, con la finalidad de permitir el ingreso para realizar labores de instalación, mantenimiento interno y/o limpieza del tanque. Sus especificaciones técnicas se señalan a continuación:

Parámetros	Características
Material	Concreto armado
Descripción	Tanque donde se efectuará la oxidación avanzada del efluente.
Dimensiones	Altura de agua interna: 0.72 m Ancho interno: 1.47 m Largo interno: 1.45 m
Volumen útil	1.53 m <sup>3</sup>

### 2.5.1 Difusores de burbuja fina proyectados

Los difusores de burbuja fina que se instalaran en el tanque de oxidación avanzada, tendrán las siguientes especificaciones técnicas:

Parámetros	Características
Material	Poliuretano
Características constructivas	Doble sello y retención de contra presión.
Tipo	Difusor de burbuja fina de 9" Membrana: EPDM,
Diámetro	9.0"

	Expediente Técnico: “Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero” – Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.	
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Parámetros	Características
Conexión	3/4”
Temperatura	0°C hasta 40°C
Cantidad	4 unidades

### 2.5.2 Bombas dosificadoras de químicos pulsos tipo diafragma proyectada

Las características técnicas de la bomba dosificadora de químicos, se describen en la siguiente tabla:

Parámetros	Características
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuerpo : PP (Polipropileno)</li> <li>▪ Diafragma: TEFLON</li> <li>▪ Válvulas antirretorno: PIREX</li> <li>▪ Asiento de válvula: PVC</li> <li>▪ Guía de válvula: PVC</li> <li>▪ Sellos: VITON</li> </ul> Caja Reductora: En aluminio del tipo rueda dentada-tornillo sin fin con excéntrica y eje terminado en plato para movimiento del diafragma. Todo bañado en aceite y cubierta debidamente pintada.
Motor eléctrico	Norma IEC, protección IP55, aislamiento clase F, 0.37kw, 220/380/440V, 60 HZ, trifásico
Potencia	0.37 KW
Caudal de operación	10 LPH
Presión	5 BAR
Cantidad	1 unidad
Incluyen	Tanque de químicos y accesorios de instalación, pie de succión y check de descarga.

### 2.5.3 Electrobomba centrífuga proyectada

Las características técnicas de la electrobomba centrífuga se describen en la siguiente tabla:

Parámetros	Características
Material	Cuerpo de bomba, Camisa, Impulsores y difusores en Acero Inoxidable AISI 304
Características constructivas	Motor con aislamiento Clase F y protección IP 55.
Tipo	Bombas para agua limpia
Temperatura	0°C hasta 110°C
Potencia aprox.	2.0 HP

Parámetros	Características
Caudal de operación	160 lpm
ADT	20 m.c.a.
Procedencia	Italiana
Cantidad	02 unidades

## 2.6 DESINFECCIÓN

La etapa de desinfección se realizará a la salida del sistema de bombeo del efluente tratado, se inyectará el hipoclorito de sodio o calcio a través de una bomba dosificadora y el contacto se realizará en un mezclador estático de PVC de Ø 4” donde se asegurará la mezcla con el cloro libre.

### 2.6.1 Bomba dosificadora de cloro libre de pulsos tipo diafragma proyectada

Las características técnicas de la bomba dosificadora de químicos, se describen en la siguiente tabla:

Parámetros	Características
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuerpo : PP (Polipropileno)</li> <li>▪ Diafragma: TEFLON</li> <li>▪ Válvulas antirretorno: PIREX</li> <li>▪ Asiento de válvula: PVC</li> <li>▪ Guía de válvula: PVC</li> <li>▪ Sellos: VITON</li> </ul> Caja Reductora: En aluminio del tipo rueda dentada-tornillo sin fin con excéntrica y eje terminado en plato para movimiento del diafragma. Todo bañado en aceite y cubierta debidamente pintada.
Motor eléctrico	Norma IEC, protección IP55, aislamiento clase F, 0.37kw, 220/380/440V, 60 HZ, trifásico
Potencia	0.37 KW
Caudal de operación	10 LPH
Presión	5 BAR
Cantidad	1 unidad
Incluyen	Tanque de químicos y accesorios de instalación, pie de succión y check de descarga. Mezclador estático de PVC de 4” de diámetro en el punto de dosificación para asegurar la mezcla del agua tratada con el cloro libre.

## 2.6.2 Mezclador estático

Parámetros	Características
Denominación	Mezclador estático
Material de Construcción	PVC de alta densidad
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diámetro: 4” internas (tubo de 4” clase 10)</li> <li>▪ Altura: 30 cm</li> </ul>
Tiempo de retención instantáneo	07 segundos
Gradiente de Velocidad	$G = 814 \text{ s}^{-1}$
Caudal de operación “máximo”	5.0 gpm
Presión de trabajo por diseño de sistema	60.0 psi
Perdida de presión estimada	2.5 psi
Volumen	2.36 litros
Tipo de coagulación	Adsorción
Tipo de envase	Envase de forma cilíndrica, tubo de 4 pulgadas con tapón hembra superior e inferior, con salida de 1” superior e inferior en niple de PVC clase 10.
Peso aproximado	1.2 kg.
Mantenimiento	Recambio por desgaste de preferencia 03 años

## 2.7 TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA

Las características técnicas del tablero de control y potencia son las siguientes:

<b>Denominación</b>	Tablero de control y potencia
<b>Tipo de control</b>	Control on/off por demandas
<b>Controlador (emisor de señal)</b>	Interruptores de nivel sumergibles/electrodos de control sumergidos.
<b>Líneas de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 02 electrobombas sumergibles.</li> <li>▪ 01 soplador de aire.</li> <li>▪ 02 electrobombas centrifugas.</li> <li>▪ 02 bombas dosificadoras de pulsos.</li> </ul>

	<p style="text-align: center;">Expediente Técnico:          “Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero” – Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Anotaciones</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se requiere una barra de cobre para puesta a tierra.</li> <li>▪ Se requiere de por lo menos protección IP 67 para el tablero de control.</li> <li>▪ Recomendamos utilizar las marcas ABB y/o SIEMENS para todos los instrumentos dentro del tablero de control.</li> </ul>
<p><b>Cantidad</b></p>	<p>Control centralizado: 01</p>

## 2.8 INSTALACIONES SANITARIAS

Las características técnicas de las instalaciones sanitarias que se emplearán en la planta de tratamiento son las siguientes:

<p><b>Denominación</b></p>	<p>Instalaciones sanitarias de transporte de agua residual doméstica y aire</p>
<p><b>Material</b></p>	<p>Acero Galvanizado, PVC clase 10 y CPVC</p>

## 2.9 COBERTIZO METÁLICO

Las características del cobertizo metálico se describen en la siguiente tabla:

<p><b>Denominación</b></p>	<p>Cobertizo metálico</p>
<p><b>Material</b></p>	<p>Metálico en ángulos de hierro fundido con tratamiento anticorrosivo de multicapa con techo de policarbonato.</p>
<p><b>Cantidad</b></p>	<p>01 unidad</p>

**CÁLCULO DE CAUDALES - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO :** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA:** Junio del 2015

**1 Cálculo de caudales**

DESCRIPCION	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD DE MEDIDA
Datos de diseño				
Población			2000.00	personas
Dotación agua potable			80.00	lt/persona/día
Porcentaje de contribución a desagüe			80%	
Caudal de diseño	P		128.00	m <sup>3</sup> /día
Caudal promedio	Qp		1.48	l/s
Contribucion al desagüe	Cd		1.48	
Caudal maximo horario	Qmh	$Qmh=Qp*K1$	1.93	l/s
K1	1.3			
Caudal maximo diario	Qmd	$Qmd=Qp*K2$	1.93	l/s
K2	1.3			
Caudal minimo	Qmin	$Qmin=Qp*k3$	0.44	l/s
K3	0.3			
<b>Caudal final de diseño</b>			<b>1.48</b>	<b>lps</b>

**DISEÑO: TANQUE ECUALIZADOR - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO:** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA:** Junio del 2015

**1 Diseño del Tanque Ecuilizador:**

PARAMETROS DE DISEÑO

**Caudal de diseño**

Q'd= 1.48 lps  
 0.0015 m<sup>3</sup>/seg  
 5.33 m<sup>3</sup>/hr  
 128.0 m<sup>3</sup>/dia

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNID	FORMULA	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNID	
1.00	VOLUMEN DE ECUALIZADOR	Tiempo de residencia mínima	T	3	horas				
		Tipo de ecualizador	Aireado						
		Caudal de Ingreso		1.48	l/s		Q=	5.33	m <sup>3</sup> /Hr
		Volumen Estimado Requerido			m <sup>3</sup>	Q= V/T: m <sup>3</sup> /Hr	V =	16.00	m <sup>3</sup>
2.00	DIMENSIONAMIENTO DE ECUALIZADOR	Ancho	3.03						
		Largo	3.02						
		Alto	2.00						
		<b>Volumen REAL</b>	<b>18.30</b>						
		<b>SI CUMPLE</b>							
	Tubo de bomba	SUMERGIBLES DE ALTO PASO DE SOLIDOS							
		Caudal de tratamiento	Qd	5.33	m <sup>3</sup> /Hr				
		Cudal de bombeo	Qb	2.67	l/s				
		ADT asumido		10	mca				
		Potencia Aproximada					P	1.5	HP
		Numero de bombas		2	unid				
4.00	DIFUSORES	De los calculos del dimensionamikento del soplador:							
		Numero de difusores		14	unid				

**DISEÑO DEL TANQUE DE AIREACIÓN - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO:** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA:** Junio del 2015

**1 PARAMETROS DE DISEÑO**

Caudal de diseño

Q d=

1.48 lps  
 0.0015 m<sup>3</sup>/seg  
 5.33 m<sup>3</sup>/hr  
 128.0 m<sup>3</sup>/dia

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNID	FORMULA	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNID	
1.00	VOLUMEN DE AIREACIÓN	Tiempo de residencia mínima	T	3.5	horas				
		Tipo de ecualizador	Aireado						
		Caudal de Ingreso		1.48	l/s		Q=	5.33	m <sup>3</sup> /Hr
		Volumen			m <sup>3</sup>	Q= V/T: m <sup>3</sup> /Hr	V =	18.67	m <sup>3</sup>
2.00	DIMENSIONES DE AIREACION	Ancho		1.85					
		Largo		5.55					
		Alto		1.72					
		VOLUMEN REAL		17.66	m <sup>3</sup>				
			SI CUMPLE						
			<b>TIEMPO TOTAL DE AIREACION</b>	<b>6.5 HORAS</b>					
3.00	SELECCIÓN DE BOMBAS	Tipo de bomba	SUMERGIBLES DE ALTO PASO DE SOLIDOS						
		Caudal de tratamiento	Qd	5.33	m <sup>3</sup> /Hr				
		Cudal de bombeo	Qb	2.67	l/s				
		ADT asumido		10					
		Potencia Aproximada					P	3.0	HP
		Numero de bombas		2	unid				
4.00	DIFUSORES	De los calculos del dimensionamikento del soplador:							
		Numero de difusores		22	unid				
		Diametro de difusores		9	pulgadas				



**DISEÑO: SOPLADOR - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO :** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA :** Junio del 2015

DATOS DE DISEÑO		
Caudal de tratamiento	Q't =	1.48 lps
		0.00148 m <sup>3</sup> /seg
		5.33 m3/hora
Demanda Bio Química de Oxígeno	DBO =	400.00 ppm
Demanda Química de Oxígeno	DQO =	800.00 ppm
Remoción deseada		50%
Tiempo de Residencia Hidráulica (TRH)	THR =	3.00 horas
Factor de retención (FR)	FR =	0.75
Factor de seguridad (FS)	FS =	1.25
Caudal de tratamiento (Q) promedio	Q'p =	0.001 m3/seg
		5.33 m3/hr

SELECCIÓN DE SOPLADORES			
Datos			
Factor de Eficiencia de difusión de oxígeno ambiental en residual domestico			8%
Concentración de Oxígeno en aire ambiental			21%
Densidad del aire			1.18 kg/m3
Factor de corrección por temperatura y altura (considerar altura y temperatura)	fth =		1.00
Demanda total de oxígeno maxima asumida			600.00 ppm
Trabajo de Sopladores			45 min
			15 min
Tiempo de inyección de aire			18 horas
Factor de corrección por tiempo de inyección			1.33
Caudal a tratar			5.33 m3/hr
Sobredimensionamiento para retornos de lodos y skimmers	frsk =		1

**Calculos**

Determinación de caudal de aire ambiental minimo requerido					
ITEM	DESCRIPCIÓN	FORMULA	SIMBOLOGIA	VALOR	UND
1.00	Masa de oxigeno minima requerida	$m_{O2} = Q \times DO2 \text{ total} \times [f_c]$ (tiempo de inyección)	m02	4266666.67	mg/hr
				4.27	Kg/hr
2.00	Masa de aire requerida	$m_{aire} = m_{O2} / [(C_{(O2)}) \times f_{eficiencia}]$	maire	253968253.97	mg/hr
				253.97	Kg/hr
3.00	Caudal de aire ambiental empirico minimo requerido	$Q_{aire01} = m_{aire} \times fth / (Densidad \text{ de aire})$	Qaire01	215.23	m3/hr
4.00	Caudal de aire ambiental real minimo requerido	$Q_{aire02} = Q_{aire01} \times frsk$	Qaire02	215.23	m3/hr
5.00	Caudal de aire ambiental real minimo requerido TOTAL	$Q_{aire02} = Q_{aire01} \times frsk$	Qaire02	<b>116.98</b>	CFM

Determinación de presión del sistema								
ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGIA	VALOR	UND	FORMULA	SIMBOLOGIA	VALOR	UND
<b>Presión Estática</b>								
1.00	Peralte de agua	h=	3.00	m				
2.00	Densidad de residual doméstico	s=	1050	Kg/m3				
3.00	Gravedad	g=	9.8	m/s2				
4.00	Presion Hidrostatica, presión estática				$P = h \times g \times s$	P est =	30870	Pascal
							4.48	PSIG
<b>Presión Dinámica</b>								
5.00	Diferencial de Presión difusores	dP diff =	0.28	psig				
6.00	Diferencial de Presión de Tubería 2"				$dP = f \times Lp \times Va^2 / (2 \times d \times Da)$	dP (2") =	1.5	psig
6.10	Coefficiente de Fricción	f =	0.015					
6.20	Longitud de tubería				$Lp = \text{tub} + \text{acc.}$	Lp =	15.39	m
6.30	Velocidad del aire				$Va = Qaire02 / d$	Va =	27.32	m/s
6.40	Diametro interno de tubería	d =	50.8	mm				
6.50	Densidad de fluido	Da =	1.18	Kg/m3				
7.00	Diferencial de Presión de Tubería 1"				$dP = f \times Lp \times Va^2 / (2 \times d \times Da)$	dP (1") =	0.8	psig
7.10	Coefficiente de Fricción	f =	0.015					
7.20	Longitud de tubería				$Lp = \text{tub} + \text{acc.}$	Lp =	17.59	m
7.30	Velocidad del aire				$Va = Qaire02 / d$	Va =	27.32	m/s
7.40	Diametro interno de tubería	d =	75	mm				
7.50	Densidad de fluido	Da =	1.18	Kg/m3				
8.00	Presión Dinámica				$Pdin = dP (1") + dP (2") + dP \text{ diff}$	Pdin =	2.58	psig
9.00	Presión Total Empírica				$Pt = Pest + Pdin$		7.06	psig
10.00	Factor de seguridad (FS)	FSp =	1					
11.00	Presión Total Final				$Ptf = Pt \times FSp$	Ptf =	<b>7.06</b>	psig

**Difusores de burbuja fina**

1%

ITEM	DESCRIPCIÓN	Valor	UND	ECUALIZADOR	AIREACIÓN
1.00	Caudal a difundir	216.0	m3/hr		
2.00	Capacidad por difusor	6	Nm3/hr	40%	60%
3.00	Cantidad de difusores	36	unidades	14	22

**DISEÑO DEL PRECIPITADOR QUÍMICO - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO:** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA:** Junio del 2015

1 Diseño del Precipitador Químico

ITEM	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGIA	VALOR	UND	FORMULA	SIMBOLOGIA	VALOR	UND
1.0	Determinación por tiempo de residencia y area de control transversal							
1.1	Area de corte transversal							
1.2	Solidos Suspendido Totales: Según informacion de caracterizacion del Independencia	SST	480	mg/l				
1.3	Factor de Sedimentación :	Fs	242.42	mg/l*m2				
1.4	Area de corte transversal				$A=N*a*b$		1.980	m2
1.5	<b>Consideración para diseño</b>							
1.5.1	Cuadal de tratamiento	$Q^*t =$	1.48	lps				
		$Q^*t =$	5.33	m3/hr				
1.5.2	Tiempo minimo de residencia en el Sedimentador	$t =$	1.00	hr				
1.5.3	VOLUMEN PROYECTADO	$Vt =$	5.33	m3				
1.5.5	VOLUMEN REAL	$V =$		m3				
1.5.6	Limitante de diseño	Largo=	1.98	m				
		Ancho=	2.45					
		H=	1.20	m				
		VOLUMEN=	5.82	m3				
	<b>CONSIDERAR QUE EN CALIBRACION DOSIS A 1 HORA DE RETENCIÓN</b>							
1.5.8	Area total de cada decantador		15.48	m2				
1.5.9	Area total de sedimentadores		30.97	m2				
1.5.10	Relación area versus volumen de tratamiento		4.13	m3/m2.día				

DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE DOSIFICACION Y POTENCIA DE DOSIFICACION		
TIPO DE PRECIPITACIÓN	QUIMICA/ CLORURO FERRICO	
<i>Selección de bomba dosificadora</i>		
Caudal de tratamiento	5.33	m3/h
Concentración minima requerida	17.00	ppm
Concentración de quimico	15000	ppm
Caudal requerido de dosificación	6.04	LPH
Presión de trabajo	10	psig
Potencia Aproximada	0.37	Kw

**DISEÑO DEL TANQUE DE OXIDACIÓN - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.

**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Dpto. de Ancash

**ELABORADO:** Enviro Solutions S.A.C.

**FECHA:** Junio del 2015

1 Parámetros de diseño del tanque de oxidación:

DETERMINACIÓN DE VOLUMENS Y TIEMPOS DE RETENCIÓN		
Cuadral de tratamiento	Q't =	1.48 lps
	Q't =	5.33 m3/hr
THR minimo	t =	0.50 hr
Volumen Total del Sedimentador sera la tercecra parte del tanque de aireación	Vt =	2.67 m3
	V =	V m3
Limitante de diseño	Largo=	1.47 m
	Ancho=	1.45 m
	H=	0.72 m
	VOLUMEN=	1.53 m3

DETERMINACIÓN DE CAUDAL DE DOSIFICACION Y POTENCIA DE DOSIFICACION		
Tipo de OXIDANTE	ALTA REACTIVIDAD/ DESINFECCIÓN INSTANTANEA	
<i>Selección de bomba dosificadora</i>		
Caudal de tratamiento	5.33	m3/h
Tiempo de retención requerida MIN	0.50	hora
Dosis maxima de oxidante	1.00	l/m3
Dosificación		
Caudal de impulsión	2.67	lps
	9.60	m3/h
<b>Caudal de dosificación</b>	<b>9.60</b>	<b>lph</b>
Potencia Aproximada	0.37	Kw

calibrar en campo

**DISEÑO DEL DIGESTOR DE LODOS - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO:** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA:** Junio del 2015

1 Diseño del digestor:

<b>DIGESTOR</b>					
<b>ACTUAL</b>					
Kg de fangos espesados a digestión (Kg/día)	99.84	<b>ASUMIDOS</b>	Carga masica aprox.	1.60	Kg SSV/(m3.d)
Concentración de fangos espesados (Kg/m3)	60.00		Caudal	128	m3/día
Volumen de fangos espesados a digestor (m3/día)	1.66		MASA VOLATILES	204.8	Kg SSV
% de M. volátil en fangos espesados (%)	0.06		Digestion aerobia	35%	
Kg Mv en fangos espesados (kg/d)	0.06		Eficiencia sediment.	75%	
Reducción de volátiles (%)	35%		masa lodos a digestion	99.84	kg/día
Kg Mv en fangos digeridos (Kg/d)	<b>1.66</b>				
Kg Mv eliminada (Kg/d)	0.01				
Kg Minerte en fangos digeridos (Kg/d)	<b>5.99</b>				
Fangos totales a deshidratación (Kg/d)	7.65				
Concentración de M. volátil fango digerido (%)	<b>22%</b>				
<b>Dimensiones</b>					
Nº de digestores	1.00				
Nº de digestores en uso	1.00				
Volúmen de digestión necesario (m3)	10.0				
Volúmen de digestión unitario (m3)	10.0				
Volúmen de digestión adoptado (m3)	<b>10</b>				

<b>NECESIDADES DE OXIGENO</b>			
<b>ACTUAL</b>			
<b>Cálculo del oxígeno teórico</b>			
Kg de DBO5 en fangos 1arios (Kg/día)	300.00	kg/día	
Coefficiente de demanda de oxígeno de fangos diarios	<b>1.5</b>	<b>FACTOR EXPERIMENTAL</b>	
Demanda de oxígeno por DBO5 (Kg/día)	450.00		
Kg de materia volátil fangos en exceso (Kg/día)	$P_x = V * X_T / \theta_c$	kg/día	
<b>Demanda media teórica de oxígeno (Kg/día)</b>	<b>450</b>	<b>Aire</b>	
(kg/h)	<b>18.75</b>	<b>89.29</b>	<b>kg/h</b>
Concentración de oxígeno en aire a nivel del mar	0.21		
Volumen de aire a ser impulsado	89.29		
Densidad de aire	1.18	Kg/m3	
	75.67	m3/h	
Capacidad por difusor (burbuja gruesa)	20	Nm3/hr	
<b>Cantidad de difusores</b>	<b>3.78</b>	<b>unidades</b>	

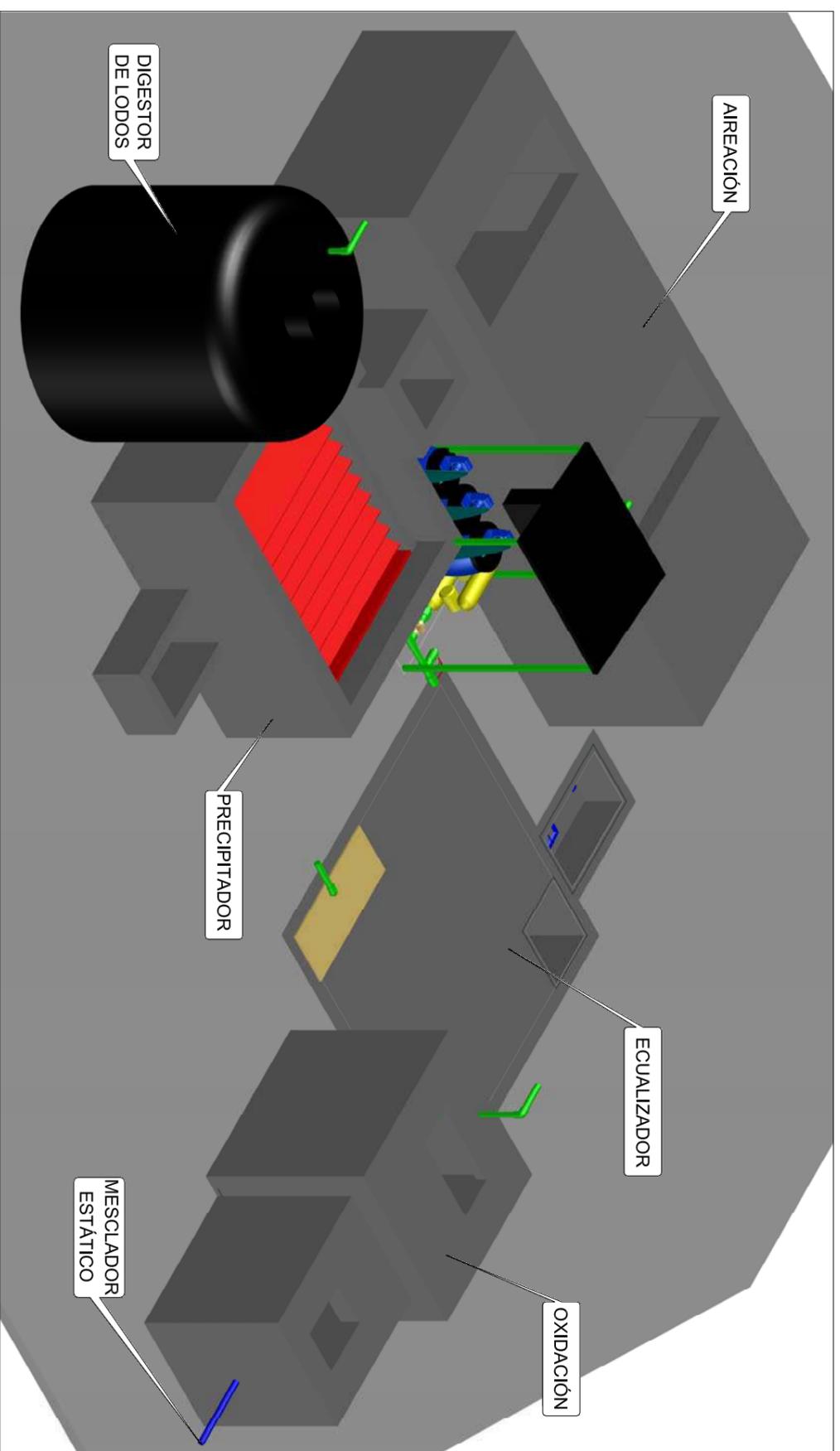
**DISEÑO DE LA DESINFECCIÓN - SIMA CHIMBOTE**

**PROYECTO :** Expediente Técnico: "Diseño, equipamiento y mejoramiento de la PTAR Doméstica del Astillero" - Servicios Industriales de la Marina (SIMA) S.A.  
**UBICACIÓN :** Distrito de Chimbote - Provincia de Santa - Departamento de Ancash  
**ELABORADO:** Enviro Solutions S.A.C.  
**FECHA:** Junio del 2015

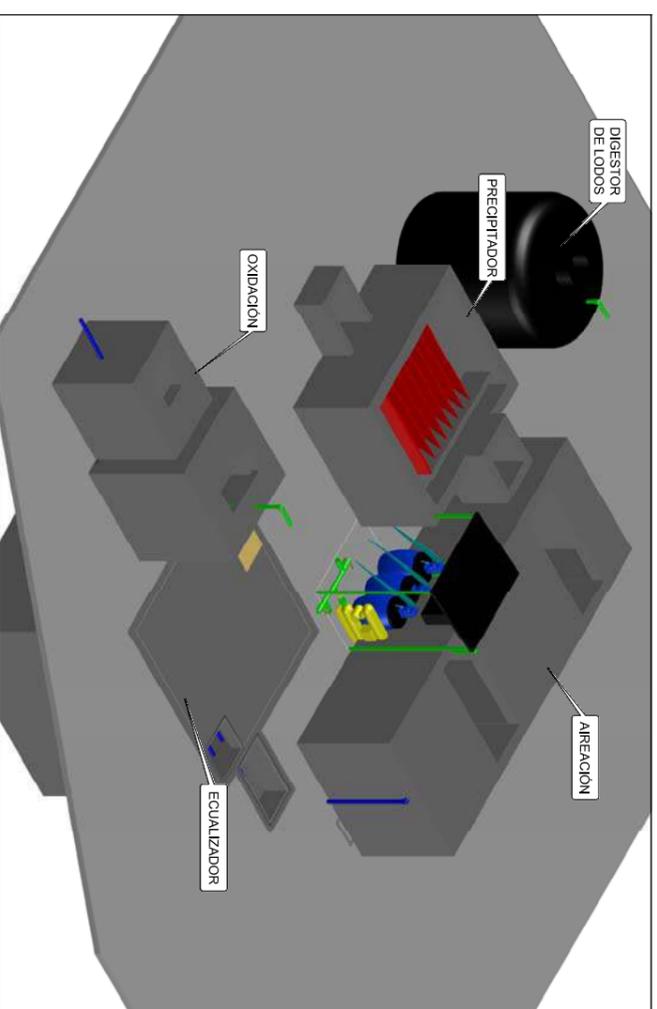
1 Diseño de la desinfección

DESINFECCIÓN		
Tipo de desinfección	Dosificación de cloro por pulsos con Bomba dosificadora	
<i>Selección de bomba dosificadora</i>		
Caudal de tratamiento	128.00	m <sup>3</sup> /h
Coliformes Totales	1.30E+07	NMP/100ml
Coliformes Termotolerantes	1.30E+07	NMP/100ml
Concentración mínima requerida	1.0	ppm
Concentración de químico	12500	ppm
Caudal requerido de dosificación	10.04	LPH
Presión de trabajo	40-60	psig
Potencia Aproximada	0.37	Kw

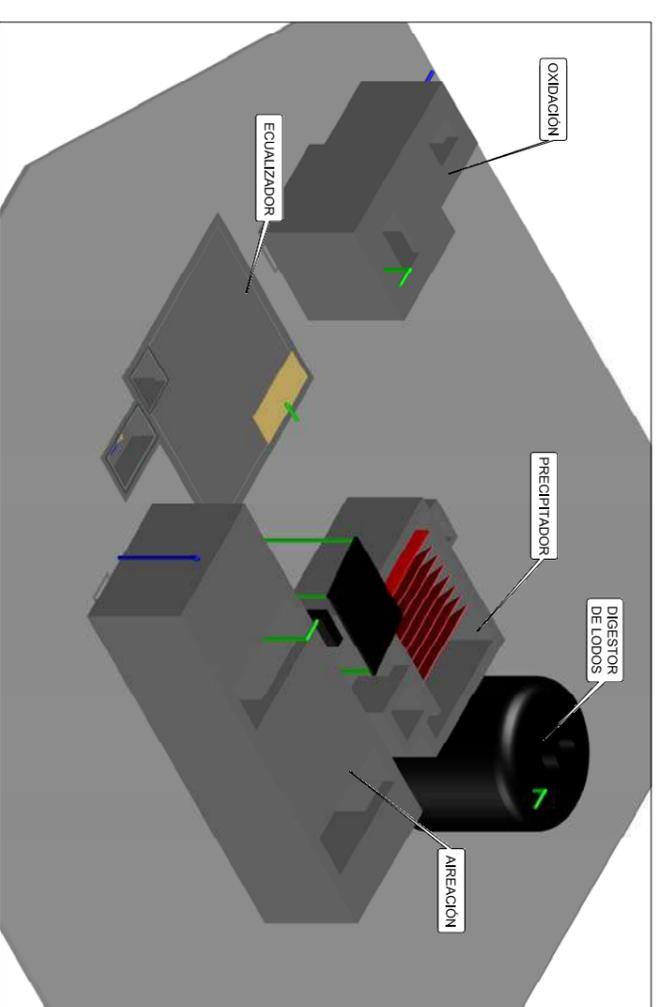




VISTA S/E  
ESCALA 1/50



VISTA N/E  
ESCALA 1/100



VISTA NW  
ESCALA 1/100

CONFIDENCIAL		EMITIDO PARA REVISIÓN / APROBACIÓN			
Emisión	Fecha	CAJ	Disño	Revisado	
A	01/06/15	JAR	MRI	YMS	


  
 Av. Los Pescadores 151, Zona Industrial 27 de Octubre, Chincha  
 Surco - Arequipa - Perú

COORDINADOR DE PROYECTO		PROYECTO	
ING. MAGALY REYES		DISEÑO, EQUIPAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA PTAR DOMÉSTICA DEL ASTILLERO -	
ING. MAGALY REYES		SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA (SIMA) S.A.	
JAR		PLANO DE PTARD - VISTA 3D	
0		L-06	


  
 AV. GENERAL GARCÓN 1283 - OX. 808  
 LIMA 11 - LIMA - PERÚ



### **3.2. Representante Legal**

Servicios Industriales de la Marina S.A., con RUC N° **20100003351**, con domicilio fiscal en **Av. Contralmirante Mora Nro. 1102 Base Naval Provincia Constitucional del Callao**, está representada por **Ignacio Parra Ponce**, con D.N.I. N° **43315278**, según facultades inscritas en la partida registral N° **70200366** del Registro de Personas Jurídicas de Lima y asiento **C0086**.

### **3.3. Objetivos**

- Realizar el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, Describir el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas proyectado y la eficiencia que se obtendrá.
- Sustentar técnicamente la mejora tecnológica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de las instalaciones de SIMA Chimbote, con el fin de cumplir con la normatividad vigente (D.S. N° 003-2010-MINAM) y garantizar la calidad de agua, contemplando los criterios técnicos ambientales y requerimientos dispuestos por la autoridad competente.

### **3.4. Marco Legal**

- D.S. N° 060-2013-PCM, Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada (25.05.13).
- D.S. N° 054-2013-PCM, Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos. (16.05.13)
- R.J. N° 224-2013-ANA, Aprueban Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas. (01.06.13)

- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente (15.10.2005)
- D.L. N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (31.03.2009)
- D.S. N° 001-2010-AG Aprueban Reglamento a la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (24.03.10)
- D.S. N° 019-97-ITINCI Aprueban el Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades de la Industria Manufacturera.
- D.S. N° 002-2008-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (31.07.08)
- D.S. N° 003-2010-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- Norma Técnica Sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, R.M. N° 048-97-MTC/15.VC (27.01.97)

### **3.5. Antecedentes**

Servicios Industriales de la Marina S.A. – Chimbote, cuenta con las siguientes certificaciones ambientales aprobadas, las cuales se listan a continuación:

**Cuadro N°1: Estudios Ambientales – SIMA Chimbote**

<b>Documento de aprobación</b>	<b>Fecha</b>	<b>Instrumento aprobado</b>
Oficio N° 0125-2004- PRODUCE/VMI/DNI-DIMA	30.01.2004	Aprobación del PAMA de la Planta Industrial del SIMA Chimbote.
Oficio N° 04744-2012- PRODUCE/DVMYPE-I/DGI- DAAI	18.07.2012	Aprobación de la calificación previa del Proyecto “Reparación y Adecuación del Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas del Astillero”.

***Fuente: SIMA Chimbote***

Como parte de las medidas de corrección y mitigación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para la gestión de efluentes domésticos, se consideró el reemplazo de la poza de oxidación, con la construcción de un pozo séptico, con la finalidad de mejorar la calidad del vertimiento que se efectuaba en el río Lacramarca.

En el año 2012, SIMA Chimbote presenta al Ministerio de la Producción (PRODUCE) la calificación previa del proyecto “Reparación y Adecuación del Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas del Astillero”, donde se describe la implementación de un nuevo sistema de tratamiento compuesto por una (01) trampa de grasas, un (01) tanque colector, un (01) tanque séptico de dos cámaras, un (01) filtro biológico, un (01) tanque de homogenización, una (01) cámara de bombeo y una (01) tubería de impulsión, donde PRODUCE concluye que de acuerdo a la evaluación al proyecto no se requiere de ningún instrumento ambiental adicional.

### **3.6. Descripción del Entorno**

#### **3.6.1. Aspectos Físicos**

### **3.6.1.1. Geología y Geomorfología**

El área del proyecto se ubica en Eratema cenozoica y pertenece al sistema cuaternario, sus unidades estratigráficas corresponden a depósitos aluviales, depósitos eólicos y depósitos marinos. El sistema Cuaternario incluye a un conjunto de depósitos diferenciados entre sí por su edad y posición estratigráfica de aluviones modernos. Los depósitos aluviales recientes (símbolo Qh-a) son las acumulaciones más modernas, incluso actuales de sedimentos no consolidados con arenas, gravas y limos, es decir los depósitos que dejan las corrientes fluviales en la actualidad en los cauces de inundación mayor, islas, entre otros. La superficie geológica de la ciudad puede ser clasificada de la siguiente forma: base de rocas, depósitos aluvionales, rivera de playa, arenas eólicas, pantanos, tierras bajas.

Las principales geoformas marinas y litorales identificadas son: Fosa marina Perú-Chile, talud continental, plataforma continental, islas (Blanca y Ferrol de la bahía de Chimbote, San Cristóbal en la bahía de Samanco y Los Chimus y Tortuga), borde litoral, pampas costaneras, cordones litorales, valles fluviales, dunas y estribaciones del frente andino. El área de Chimbote presenta un perfil costero casi paralelo a la acción de los vientos alisos de SE, configuración que asociada de la corriente costera peruana, favorece el afloramiento durante gran parte del año, convirtiéndola en una de las más productivas de la costa peruana.

### **3.6.1.2. Clima y Meteorología.**

El régimen pluviométrico se distribuye en dos épocas bien marcadas, la de estiaje y la de lluvias. La época de lluvias se produce entre los meses de octubre y abril, llegando a su pico en el mes de marzo. La época de estiaje se da entre los meses de mayo a setiembre, siendo el mes de julio el más seco.

**Cuadro N° 2: Precipitación total media mensual en el área de estudio**

Cuenc a	Precipitación Total Media Mensual (mm)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Control Lacramarca	32.1	39.6	45.0	22.7	6.1	1.0	0.6	1.4	4.8	15.5	16.4	20.3

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de la temperatura media mensual para el área de estudio varía desde 16.3°C hasta 24.2°C con un promedio anual de 20.3°C.

En general se tiene que el mes más frío es el de julio, y los más calurosos los de febrero y marzo.

**Cuadro N° 3: Temperatura media mensual en el área de estudio**

Estación	Temperatura Media Mensual (°C)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alto Perú	23.0	24.2	24.1	22.8	20.1	18.3	16.3	17.6	17.9	18.8	19.9	21.7

Fuente: SENAMHI

La humedad relativa media mensual asimilada al área de estudio se encuentra entre el rango de 77.7 a 85.1%. El valor máximo es de 85.1% en el mes de Junio y el menor valor de humedad relativa de 77.7%, se presenta en el mes de Marzo. La humedad relativa promedio anual es de 81.4%.

**Cuadro N° 4: Humedad relativa media mensual**

Estación	Humedad Relativa Media Mensual (%)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alto Perú	79.4	78.9	77.7	78.2	82.1	85.1	84.9	84.7	83.3	82.3	80.6	79.5

Fuente: SENAMHI

### 3.6.1.3. Hidrografía

El río Lacramarca tiene sus nacientes en las alturas de cerro Ulto Cruz, con el nombre del río Lupahuari, continuando con este nombre hasta la confluencia con el río Lacramarca. Al recibir los aportes por la margen izquierda del río Santa Ana se origina propiamente el río Lacramarca.

El río Lacramarca, desde sus orígenes es algo sinuoso, inicialmente discurre formando curvas con dirección predominante Norte a Sur hasta la confluencia del río Lupahuari con el río Lacramarca, punto a partir del cual toma un tramo casi recto, la parte baja de este río normalmente se comporta como un dren colector del agua excedente de los sistemas de riego IRCHIM y Santa.

La cuenca del río Lacramarca, presenta un área de drenaje total, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, de 850.90 Km<sup>2</sup>, una altitud media de 2900.81 m.s.n.m., y una longitud máxima de recorrido desde sus nacientes hasta su desembocadura de 65.87 Km; presenta una pendiente promedio de 24.3 %.

La superficie de la cuenca colectora húmeda o “cuenca imbrífera” es de 163 Km<sup>2</sup>, teniendo como límite inferior la cota 2,000 m.s.n.m., es decir, que solo el 19 % del área de la cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial.

A lo largo de su recorrido, recibe aporte de diversos afluentes, siendo los más importantes por la margen derecha; la quebrada Lupahuari (163.54 Km<sup>2</sup>) y la quebrada Totoral (30.11 Km<sup>2</sup>). Por la margen izquierda del río Lacramarca se encuentra la quebrada Yucaspunta (49.64 Km<sup>2</sup>) y la quebrada Alto Lacramarca (río Santa Ana) 82.81 Km<sup>2</sup>.

### 3.6.2. Aspectos Bióticos

**3.6.2.1. Flora:** En la zona de estudio, la flora es muy escasa, por lo que está ocupada por plantas industriales, pesqueras y de otro tipo. Sin embargo, al lado sur de la Zona Industrial a una distancia aproximada de 1 Km, se ubican los Humedales de Villa María. Asimismo, debido a su cercanía con el río Lacramarca existe la presencia de totoras (*Torulinium odoratum (L.) S.S. Hooper*) y juncos (*Cyperus laevigatus*) y debido a su proximidad con el mar existe presencia de salicornia (*Salicornia fruticosa L.*).

**3.6.2.2. Fauna:** La fauna es muy escasa, sin embargo las especies observadas en la zona de proyecto son la gaviota de Franklin (*Larus pipixan*) y la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*).

### 3.6.3. Aspectos Socioeconómicos-Culturales

La población más cercana al astillero de SIMA Chimbote, siendo esta la Zona Industrial 27 de Octubre, Pueblo joven Villa María y la Bahía de Ferrol.

Por lo que se determinarán los indicadores socioeconómicos tal como se desarrolla a continuación:

- **Población**

La zona industrial 27 de Octubre, cuenta con una población aproximada de 448 habitantes, que ocupan 90 viviendas, en una superficie de 114.94 Ha con una densidad bruta de 3.9 hab./Ha. Villa María se encuentra ubicado al sur de Chimbote, cuenta con una población aproximada de 300 habitantes, que ocupan 117 viviendas en una superficie de 339.35 Has., con una densidad neta de 100 hab./ha.

- **Servicios básicos**

Se puede señalar que la zona de estudio cuenta con los servicios básicos de agua y desagüe.

**Cuadro N° 5: Abastecimiento de agua en Chimbote**

Viviendas	
Categorías	Distrito de Chimbote
Red pública dentro de la vivienda.	37993
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio.	2142
Pilón de uso público.	907
Camión cisterna u otro similar.	140
Pozo.	556
Río, acequia, manantial o similar.	1518
Otro	351
<b>Total</b>	<b>43607</b>

**Cuadro N° 6: Conexión del servicio higiénico en Chimbote**

Viviendas	
Categorías	Distrito de Chimbote
Red pública dentro de la vivienda.	35687
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio.	1673
Pozo séptico.	748
Pozo ciego o negro/letrina.	5036
Río, acequia o canal.	119
Otro	1994
<b>Total</b>	<b>45257</b>

- **Salud.**

En el distrito de Chimbote, se tiene 17 establecimientos de salud, que corresponden a un hospital, un centro de salud y de 15 puestos de salud.

### **3.7. Proyecto de la Mejora Tecnológica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas**

#### **3.7.1. Descripción de la Planta de Tratamiento aprobado anteriormente**

SIMA Chimbote cuenta con un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) aprobado con Oficio N° 0125-2004-PRODUCE/VMI/DNI-DIMA, en el cual

se contempla la construcción de un pozo séptico para el tratamiento de los efluentes domésticos generados.

Asimismo, con el Oficio N° 04744-2012-PRODUCE/DVMYPE-I/DGI-DAAI se aprueba la Calificación Previa del proyecto “Reparación y Adecuación del Sistema de Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas del Astillero”, donde se señala la implementación de un sistema de tratamiento compuesto por una (01) trampa de grasas, un (01) tanque colector, un (01) tanque séptico de dos cámaras, un (01) filtro biológico, un (01) tanque de homogenización, una (01) cámara de rebombeo y una (01) tubería de impulsión, antes de su vertimiento hacia el río Lacramarca.

### **3.7.2. Descripción de la Mejora Tecnológica propuesta**

Para el presente informe técnico sustentatorio, se contempla **mantener** las estructuras aprobadas por el sector e implementar una mejora a través de la precipitación química, oxidación avanzada y desinfección, por lo que las funciones que cumplían las estructuras construidas variarán a lo siguiente: un (01) tanque ecualizador, un (01) tanque de aireación de doble cámara, un (01) tanque precipitador químico y un (01) tanque de oxidación avanzada, también se contará con un (01) mezclador estático para mejorar el tiempo de tiempo de contacto con el desinfectante y (01) tanque digestor para el tratamiento de los lodos generados. También se plantea mantener la trampa de grasas aprobada anteriormente, dado que su eficiencia de remoción es alta.

### 3.8. Justificación de la mejora de tecnología

#### 3.8.1. Justificación de la Mejora Tecnológica propuesta

Si bien es cierto los pozos sépticos son considerados la unidad de tratamiento primario más común para comunidades rurales que no cuentan con redes de captación de aguas residuales, debido a sus bajos costos de construcción y operación y al mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento. En lo que respecta a los porcentajes de remoción de ciertos parámetros no son tan elevados puesto que el objetivo principal del diseño del tanque séptico es crear una situación de estabilidad hidráulica, la cual permite la sedimentación por gravedad de partículas pesadas, lo que hace que la eficiencia de remoción de sólidos sea grande. Por otro lado, no se logra una remoción significativa de la materia orgánica (DBO) ni de microorganismos patógenos.

Los filtros biológicos son una tecnología simple con baja producción de lodos, son considerados un método eficiente, sin embargo no tienen una capacidad alta de remoción de DBO y para que los filtros funcionen adecuadamente por tratarse de organismos vivos, se deben mantener ciertas condiciones para que se desarrollen los microorganismos.

Cabe señalar que la mejora tecnológica consiste en la adición de equipos e insumos químicos que le darán otra funcionalidad a los procesos unitarios de las estructuras existentes que garantizarán la calidad del efluente final, el sistema de tratamiento estará compuesto por un **tanque de ecualización**, un **tanque de aireación** de doble cámara, ambos oxigenarán las aguas residuales lo que permitirá la remoción de la DBO y DQO, posteriormente ingresará al **tanque precipitador** químico donde se hará la adición de un coagulante (cloruro férrico) que permitirá la remoción de sólidos en suspensión, luego de este proceso se adicionará un oxidante en el **tanque de oxidación avanzada**, con el cual se logrará la remoción de la DBO, DQO y coliformes, finalmente antes de su descarga al cuerpo receptor se implementará un **mezclador estático** donde se adicionará el desinfectante. Con la incorporación de dichos procesos unitarios la calidad del efluente mejorará. En el Cuadro N° 7 se muestra la comparación de

los porcentajes de remoción establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones para el tanque séptico y filtro biológico y lagunas de oxidación con proyecto:

**Cuadro N° 7: Porcentajes de remoción según sistema de tratamiento**

Sistema de Tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos log <sub>10</sub> ) Bacterias
	DBO	Sólidos en suspensión	
Tanque séptico	25 - 30	40 - 70	0 - 1
Filtro biológico (*)	20 - 50	60 - 80	0 - 2
Precipitación química, oxidación avanzada y desinfección.	50.36	80	4

Fuente: Norma Técnica OS.090

(\*) Datos tomados del libro de Syed R. Qasim, "Wastewater Treatment Plants".

Como se puede apreciar en el cuadro anterior la diferencia entre los porcentajes de remoción de los sistemas de tratamiento. Siendo la precipitación química, oxidación avanzada y desinfección la que presenta porcentajes de remoción superiores respecto al tanque séptico con filtros biológicos, debido a ello se optó por el cambio de tecnología para garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles y posteriormente el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para agua cuando sea vertido con el cuerpo receptor. Asimismo, en cuanto al manejo de los lodos antes de su disposición final, estos serán dispuestos en un digestor de lodos antes de ser extraídos y derivados por una EPS-RS autorizada hacia un relleno de seguridad autorizado por DIGESA.

### 3.9. Criterios de diseño de la planta de tratamiento

El proyecto se ejecutará en base a los siguientes documentos técnicos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (RNE).
- Especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas (INDECOPI).
- Normas de la American Society of Testing and Materials (ASTM).

Las normas, códigos, regulaciones, especificaciones y estándares de las organizaciones ya referidas, reúnen los requisitos mínimos que los componentes de los sistemas de tratamiento de agua deberán cumplir.

A continuación se presentan los criterios que se han seguido según el Reglamento Nacional de Edificaciones para el cálculo del caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, siendo los siguientes:

**a) Cálculo de Habitantes:**

El número de empleados fijos con los que cuenta SIMA Chimbote, entre empleados y obreros es de 400 habitantes, sin embargo dependiendo del número de embarcaciones que arriben al astillero el número de contratistas no es estable (desde 500 a más contratistas). Sin embargo para fines de diseño, se ha estimado que la población máxima que tendrá el astillero será de **2000 habitantes**, por lo que el caudal de diseño se calculará en función de este valor.

**b) Determinación de Dotación:**

SIMA Chimbote es un **establecimiento industrial** dedicada a las construcciones navales, modificaciones estructurales como reparaciones navales, cuyo horario de trabajo es de lunes a sábado con un solo turno de 8 horas (7:30 am a 4:30 pm), se empleará la dotación de **80 l/hab. /día**, conforme a lo descrito en el Reglamento Nacional de Edificaciones según la Norma IS.010, ítem 2.2, literal “m” indica que la dotación de agua para consumo es de **80 l/hab./día** por cada turno de trabajo de 8 horas.

**c) Cálculo del Caudal de Agua (Qa):**

Mediante este cálculo se determina el consumo de agua potable de los habitantes de SIMA Chimbote:

$$\text{Caudal de Agua (Qa)} = \text{Habitantes} \times \text{Dotación}$$



$$2000 \text{ hab.} \times 80 \text{ l/hab/día} = 160000 \text{ l/día} = 160 \text{ m}^3/\text{día} = 1.85 \text{ l/s}$$

**d) Cálculo del Caudal generado de Aguas residuales (Qd):**

El flujo de agua residual a tratar se ha determinado a partir de los flujos netos de consumo de agua potable empleando para ello la siguiente relación del caudal generado de aguas residuales (Qd):

$$\text{Caudal de Aguas Residuales (Qd)} = \text{Caudal de Agua (Qa)} \times \text{Coeficiente de Recolección}$$

De acuerdo al Reglamento Nacional de edificaciones, se considera que el 80% del consumo neto que ingresa es equivalente a la contribución promedio de agua residual, siendo 0.8 el coeficiente de recolección.

En el siguiente cuadro se muestra el caudal de agua residual generado en SIMA Chimbote:



$$160 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.8 = 128 \text{ m}^3/\text{día} = 1.48 \text{ l/s}$$

En el **Cuadro N° 8**, se presentan los criterios de diseño considerados para la Planta de Tratamiento de aguas residuales domésticas:

**Cuadro N° 8: Criterios de Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Residuales**

Parámetro	Valores	Unidad
Población Total	2000	Habitantes
Dotación	80	l/hab/día

Caudal de agua (Qa)	1.85 160	l/s m <sup>3</sup> /día
Caudal de desagüe (Qd)	1.48 128	l/s m <sup>3</sup> /día

### 3.10. Caracterización del agua cruda doméstica

Como se mencionó anteriormente, el agua residual a tratar es de tipo doméstico, pues proviene del servicio de aseo, sanitario y comedor dentro del SIMA Chimbote. Se proyectan las características del agua residual tomando en consideración valores establecidos en el informe de ensayo de aguas residuales crudas tomados en el mes de noviembre del 2014 (en el **Anexo 04** se adjuntan los reportes de ensayo). En el cuadro N° 9 se detallan los valores de las aguas crudas:

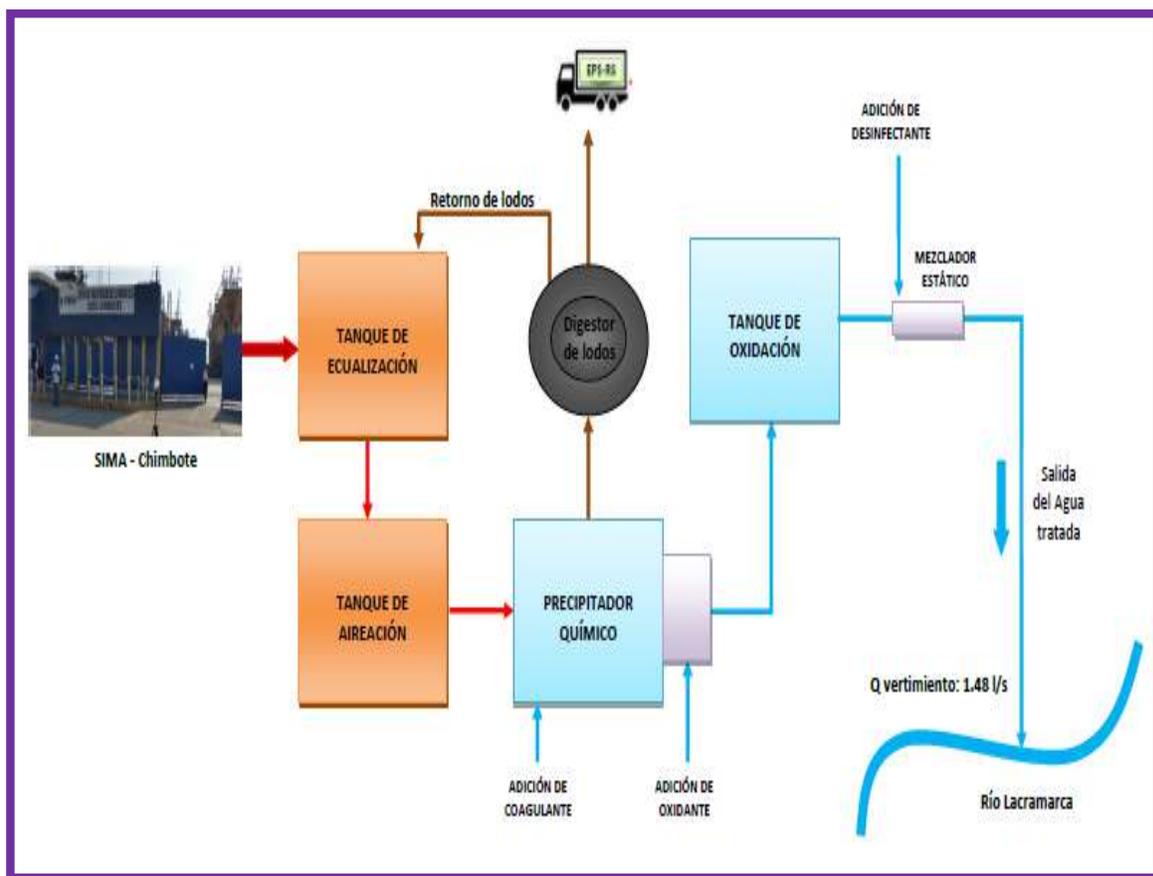
**Cuadro N° 9: Caracterización del agua cruda doméstica**

Parámetro	Unidades	Valor
DBO 5 días, 20°C (a)	mg/L	124.6
Sólidos en Suspensión (a)	mg/L	110
Coliformes fecales (*)	NMP/100mL	70x10 <sup>5</sup>
Aceites y Grasas (a)	mg/l	24
Demanda Química de Oxígeno (a)	mg/l	168.6
Coliformes Totales(*)	NMP/100mL	17x10 <sup>6</sup>
pH(a)	-	8.39
Temperatura(a)	°C	25.4

(a) Informe de ensayo N° 3326-14, Laboratorio COLECBI S.A.C. (Fecha: 10/11/2014)

(\*) Informe de ensayo N° 3325-14, Laboratorio COLECBI S.A.C. (Fecha: 10/11/2014)

### Esquema N° 1: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas Propuesto para SIMA Chimbote



#### 3.11. Descripción de la planta de tratamiento

La mejora de la planta de tratamiento vigente contempla mantener las estructuras aprobadas por el sector e implementar una mejora a través de la precipitación química y la oxidación avanzada con la implementación de equipos, por lo que las funciones que cumplían las estructuras construidas variarán a lo siguiente: un (01) tanque equalizador, un (01) tanque de aireación de doble cámara, un (01) tanque precipitador químico y un (01) tanque de oxidación, también se contará con un (01) mezclador estático para el contacto con el desinfectante y un (01) tanque digestor para el tratamiento de los lodos generados. Las características técnicas resumidas se presentan a continuación:

**Cuadro N° 10: Características Técnicas Resumidas**

<b>Capacidad</b>	1.48 lps
<b>Material</b>	Equipamiento, accesorios sanitarios y eléctricos en varios materiales.
<b>Procesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ecuación (aireada).</li> <li>○ Oxidación por aire forzado.</li> <li>○ Precipitación química de lodos.</li> <li>○ Oxidación avanzada.</li> <li>○ Desinfección.</li> </ul>
<b>Consumo energético estimado</b>	15 KW/h
<b>Nivel de automatización</b>	Automática (se requiere de operaciones específicas por parte del personal capacitado para la operación)
<b>Operación</b>	Control del proceso automático, sólo demanda reposición de químicos, reciclo de lodos abriendo válvulas de paso.

El efluente de la planta de tratamiento será descargado en el punto de control AR-AST según los siguientes datos:

**Cuadro N° 11: Punto de vertimiento propuesto**

Código de vertimiento	Descripción	Coordenadas UTM (WGS-84)		Altitud (msnm)	Caudal (l/s)	Régimen	Cuerpo Receptor
		Norte	Este				
AR-AST	Vertimiento doméstico	8'990,260	768,620	12	1.48	Continuo	Río Lacramarca

Esta tecnología es la más adecuada para garantizar la calidad del efluente tratado, cumpliendo con lo establecido en el D.S. N° 003-2010-MINAM “Aprueban Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales”.

Los componentes de la planta de tratamiento se describen a continuación:

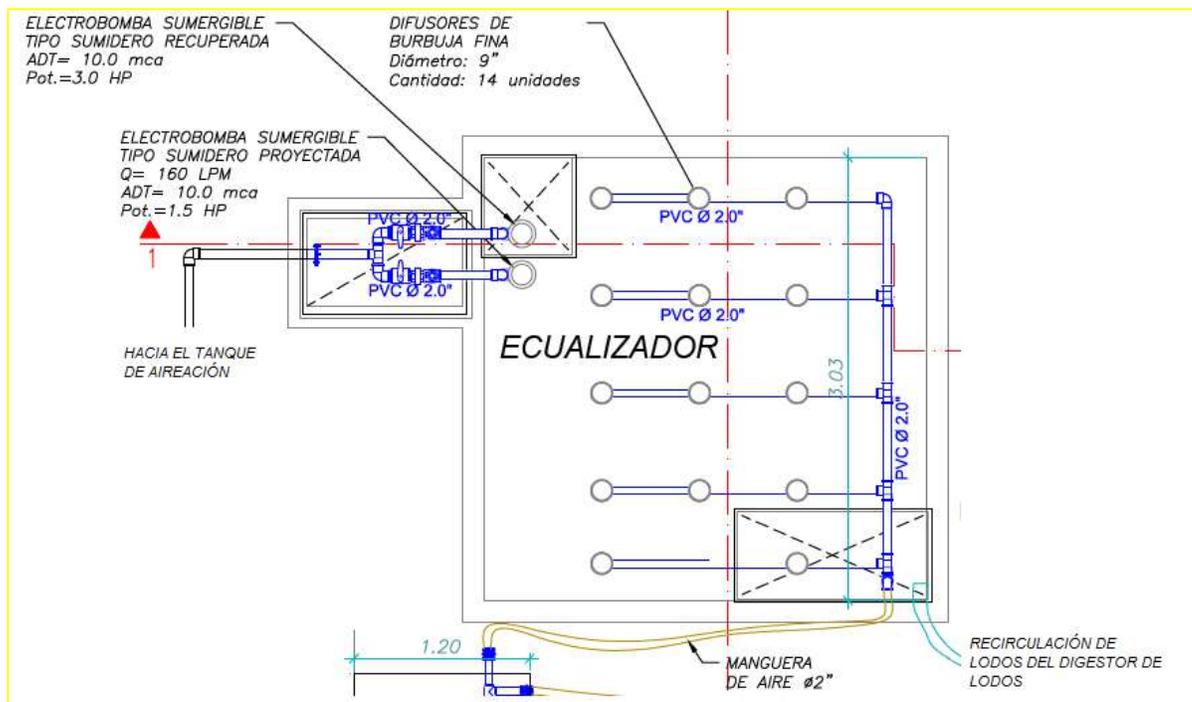
### 3.11.1. Tanque de ecualización

En el primer tanque de concreto o tanque de llegada se realiza la recepción y homogenización del todo el efluente domésticos.

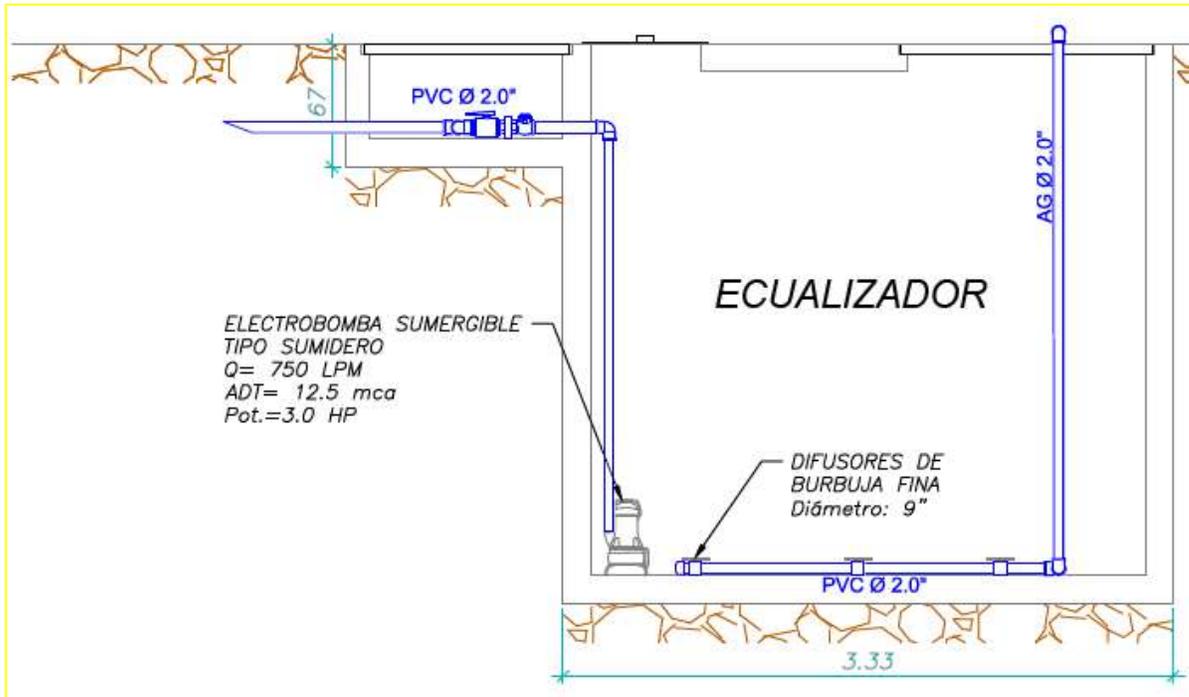
Se implementará un sistema de aireación con difusores de aire de burbuja fina que cumplirá 2 funciones: como agitador y como inyector de aire ambiental (oxígeno) para elevación del residual de oxígeno disuelto.

Luego se contará con 2 electrobombas (una recuperada y la otra proyectada) que funcionarán alternadamente para el traslado del efluente domestico hacia la siguiente etapa del tratamiento (tanque de aireación), el nivel de arranque para el bombeo será a partir de los 2.00 m, mientras que el nivel de parada de la electrobombas será de 0.70 m. El caudal de tratamiento debe mantenerse para que se pueda dar la depuración completa de todos los parámetros.

Figura N° 1: Vista de planta del tanque ecualizador



**Figura N° 2: Vista de corte del tanque ecualizador**

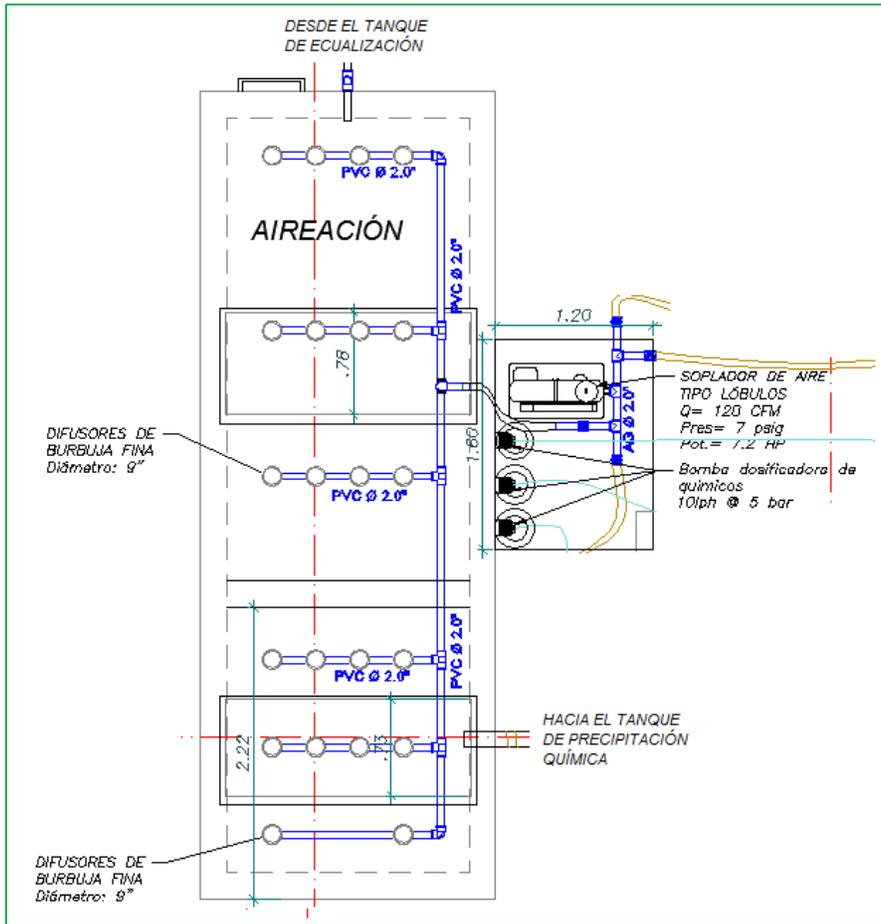


### 3.11.2. Tanque de aireación (oxidación de aire forzado)

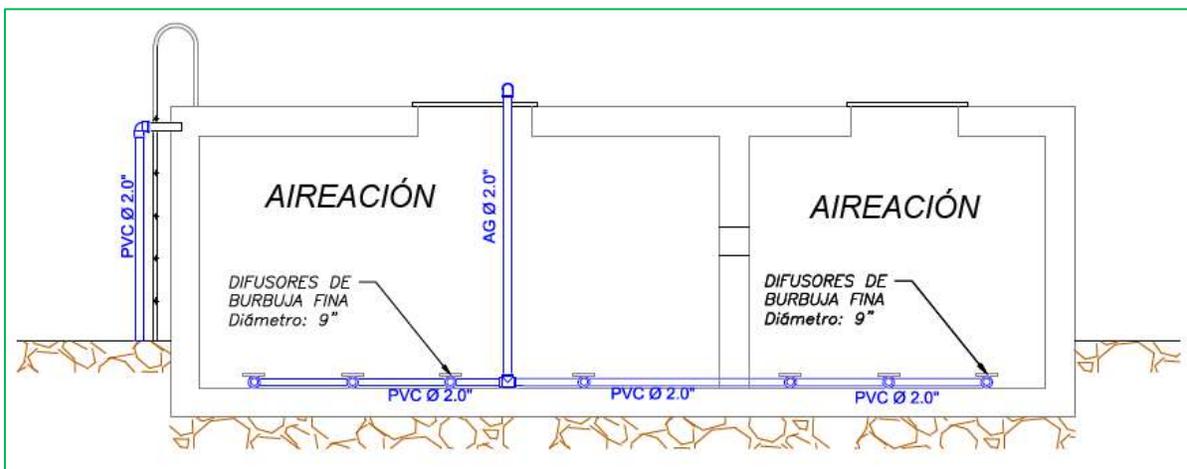
Para esta etapa se cuenta con un sistema de aireación con un soplador de aire de presión media de tipo lóbulos que realizará la impulsión del aire ambiental a través del agua residual para promover la elevación de la concentración del oxígeno disuelto en el residual y con esto producir la depuración de las demandas química y bioquímica de oxígeno.

Se contará con un sistema de difusión de aire ambiental que estará compuesto por difusores de burbuja fina y una red de tuberías de aire de acero galvanizado y PVC y un tramo de manguera de transporte de aire a alta temperatura.

**Figura N° 3: Vista de planta del tanque de aireación**



**Figura N° 4: Vista de corte del tanque de aireación**



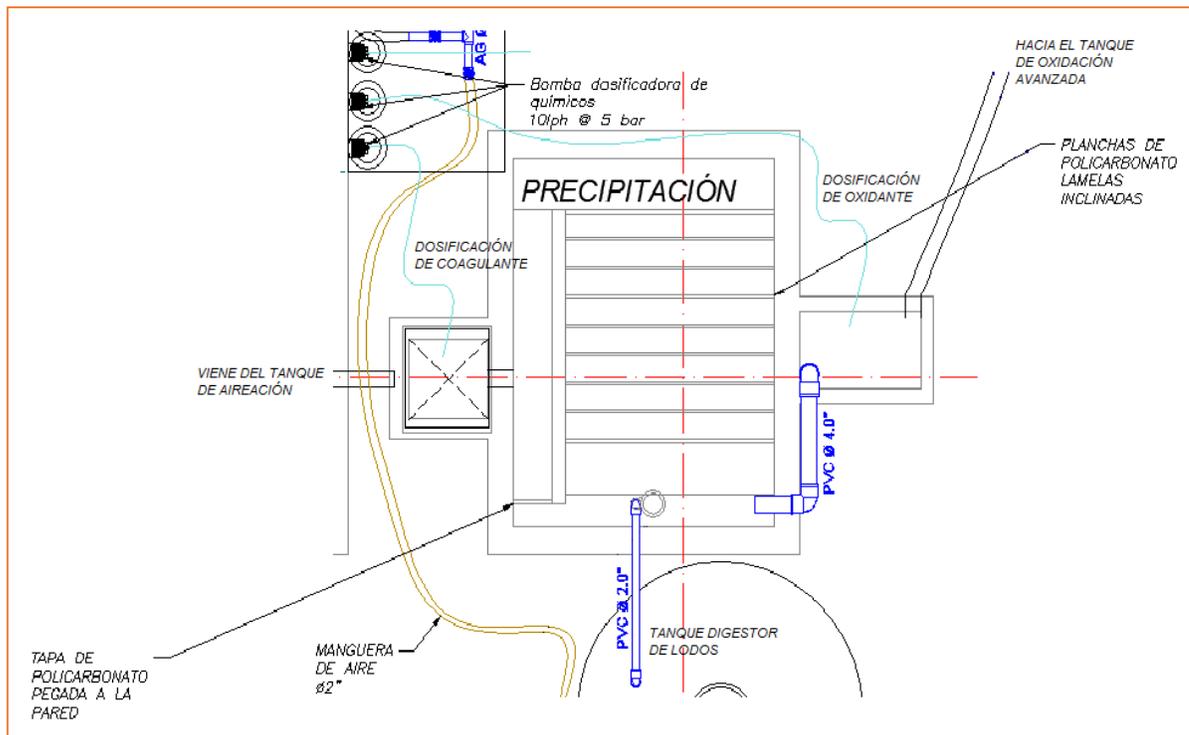
### 3.11.3. Precipitación química

Mediante la adición de un químico coagulante (cloruro férrico) se logrará la clarificación del efluente doméstico y la remoción de la DBO Y DQO. El consumo estimado de este químico será de 50 kilos semanales (un bidón por semana), este valor será calibrado durante la instalación, por lo que sufrirá modificaciones.

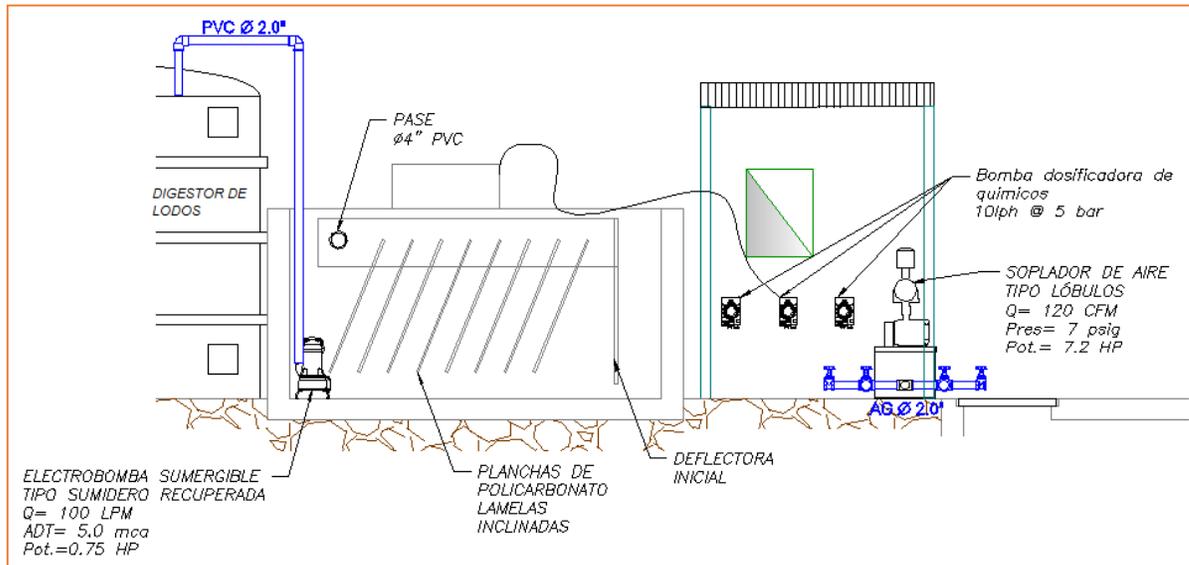
Se contará con una bomba dosificadora de químicos para la dosificación constante y controlada del coagulante.

Luego los lodos retenidos serán enviados a un digestor de lodos aerobio. El agua sobre nadante ya clarificada pasará al proceso de oxidación avanzada.

**Figura N° 5: Vista de planta del precipitador químico**



**Figura N° 6: Vista de corte del precipitador químico**



#### 3.11.4. Tanque de oxidación avanzada

Mediante la dosificación de un oxidante *Biorecover* se asegurará la calidad del efluente final. La reacción *Fenton* asegurará la producción de oxígeno químicamente requerida para suplir las demandas bioquímica y químicas de oxígeno, asimismo asegurará que se oxiden todos los demás parámetros químicamente oxidables (desde metales pesados hasta nitrógeno amoniacal entre otros).

Como resultado de esta etapa de tratamiento se obtendrá el agua oxidada lista para su traslado al sistema de bombeo y posteriormente al mezclador estático. El nivel de inicio del sistema de bombeo en el tanque de oxidación avanzada será de 0.72 m., mientras que el nivel de parada será de 0.30 m.

Se dosificará el oxidante *Biorecover* mediante una bomba dosificadora automática que asegurará un caudal constante y un funcionamiento en paralelo con los sistemas de impulsión. La dosis aproximada de oxidante será de 300 a 500 mililitros (en función a los resultados de la calibración) por metro cubico de agua tratada.

Figura N° 7: Vista de planta del tanque de oxidación avanzada

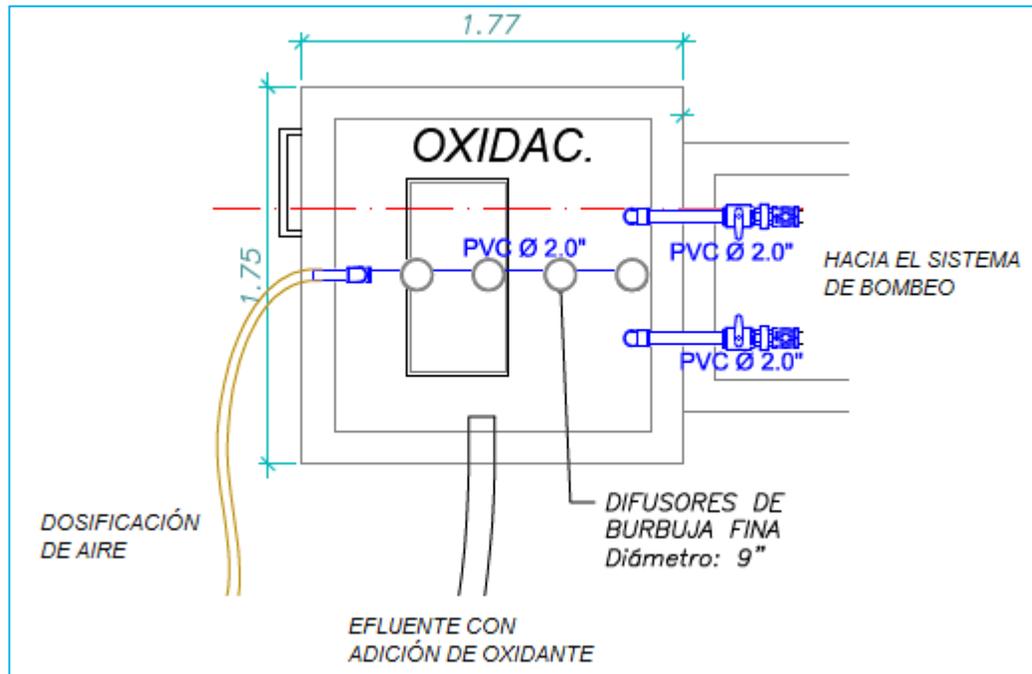
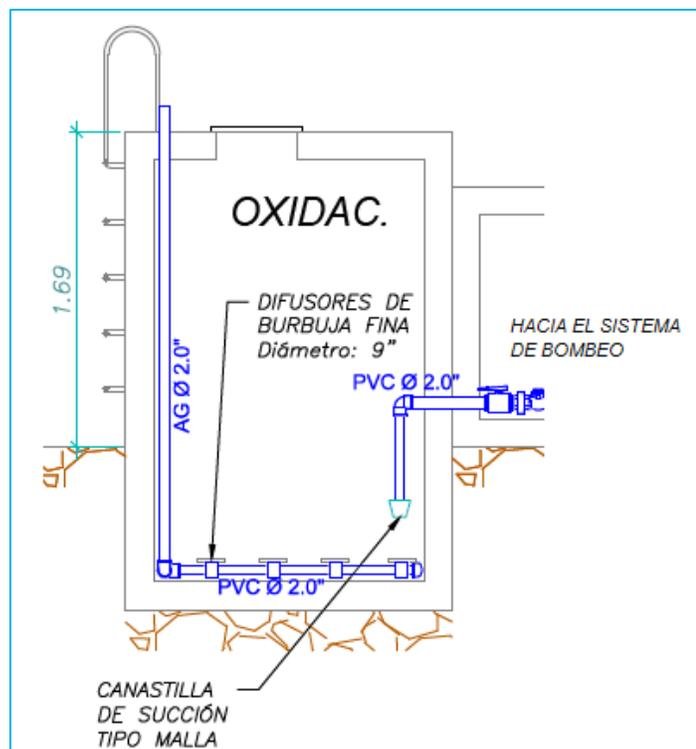


Figura N° 8: Vista de corte del tanque de oxidación avanzada

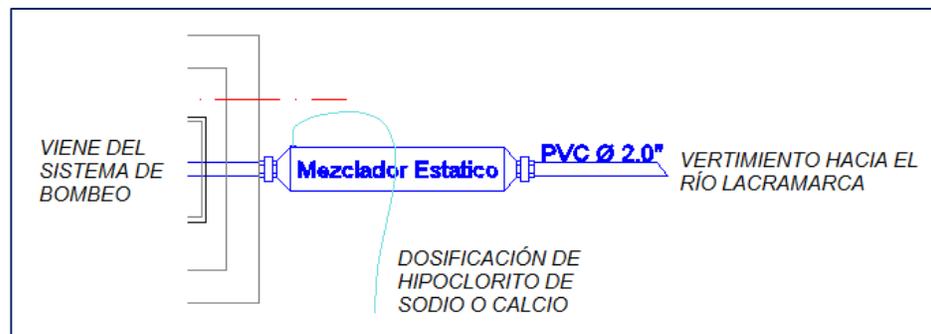


### 3.11.5. Desinfección con cloro libre

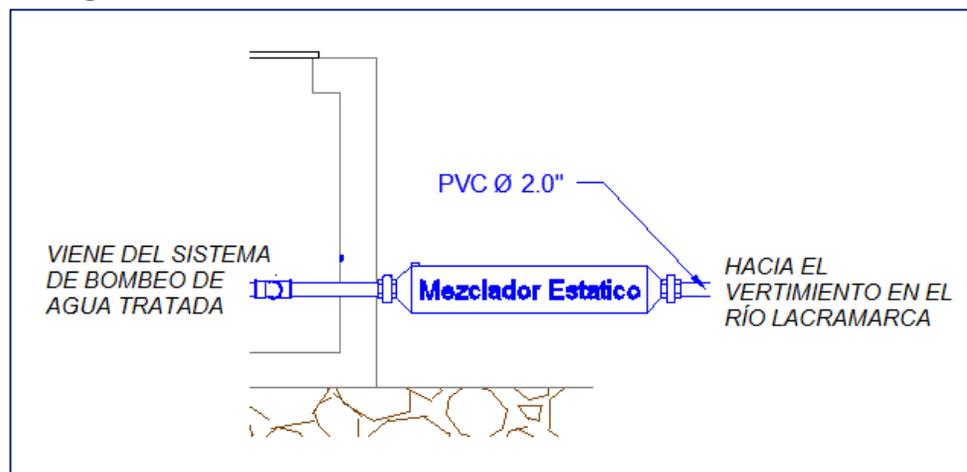
A la salida de la unión de las electrobombas multietapicas de descarga de agua tratada se instalará un punto de dosificación de hipoclorito de sodio (lejía) o hipoclorito de calcio en solución, seguido de un mezclador estático para mejorar el tiempo de contacto del agua residual tratada con el desinfectante cloro libre.

Se contará con una bomba dosificadora de químicos de pulsos de 10 litros por hora a una presión de 5 bar. El residual de cloro libre que se espera en este punto es de 0.75 ppm para asegurar la desinfección del agua tratada.

**Figura N° 9: Vista de planta de la desinfección con cloro libre**



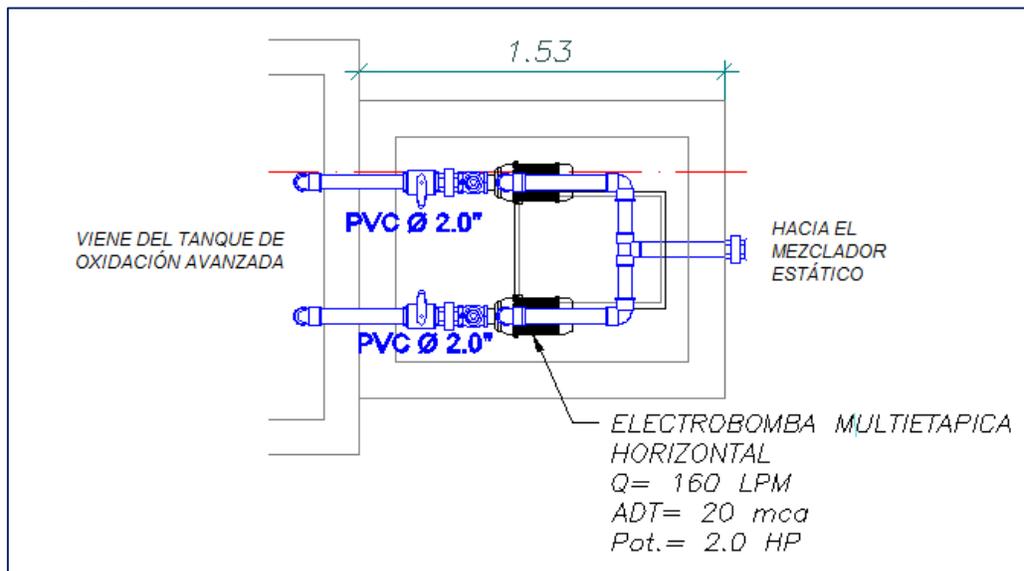
**Figura N° 10: Vista de corte de la desinfección con cloro libre**



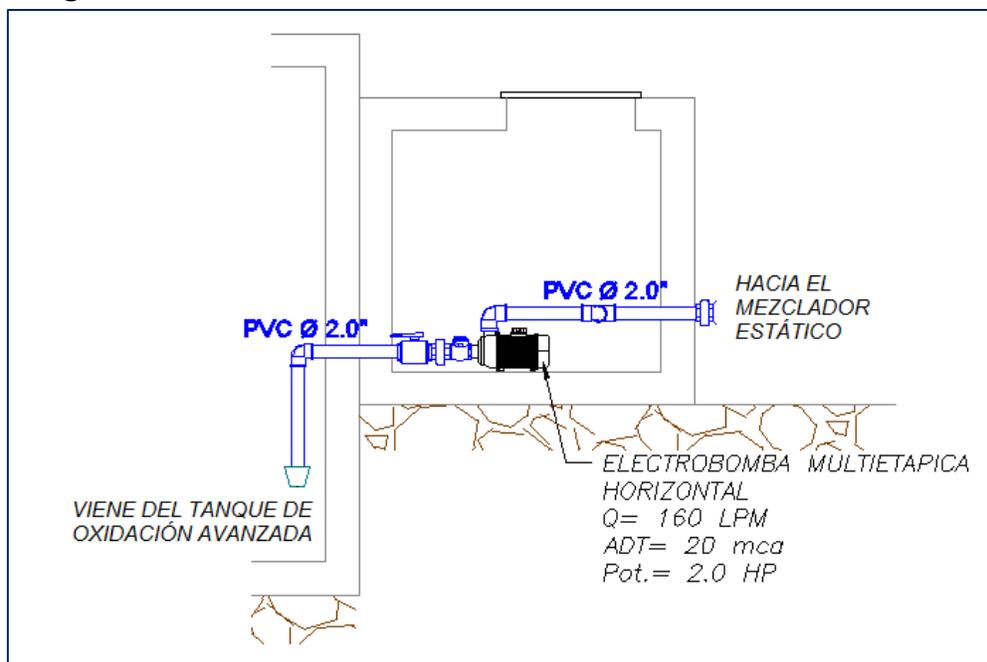
### 3.11.6. Sistema de bombeo de evacuación de agua tratada

Concluidas todas las etapas consideradas en la planta de tratamiento de aguas residuales, se obtendrá el agua tratada para su posterior vertimiento, mediante el uso de un sistema de bombeo alternado dos electrobombas centrifugas de acero inoxidable.

**Figura N° 11: Vista de planta del sistema de bombeo de evacuación**



**Figura N° 12: Vista de corte del sistema de bombeo de evacuación**

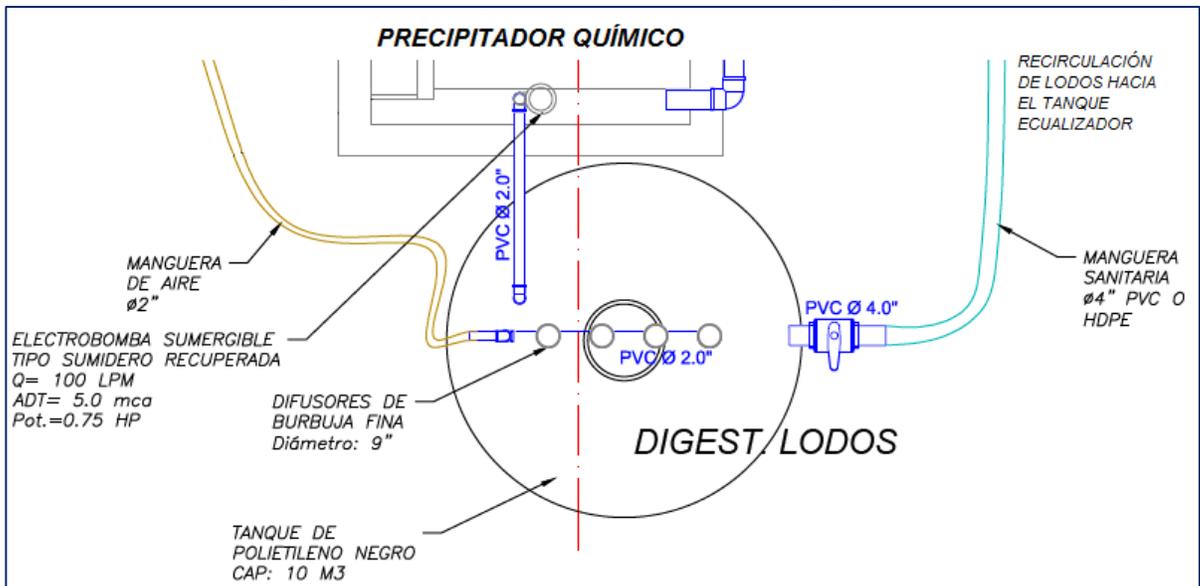


### 3.11.7. Tanque digester de lodos

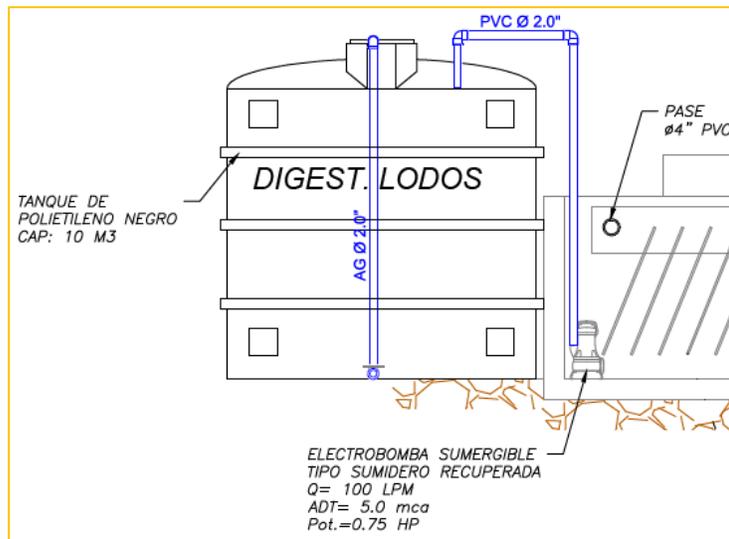
En un envase de 10 m<sup>3</sup> de polietileno extra reforzado (HDPE) se realizará la digestión aerobia de los lodos. Se difundirá aire ambiental (oxígeno) en los lodos para promover la digestión aerobia que consiste en la disminución considerable de la humedad y una digestión microbiológica de lodos (disminución de la masa de lodos), dando como producto un lodo más espeso que será reciclado para su reprocesamiento.

Cuando los lodos hayan sido digeridos serán reprocesados hacia el tanque equalizador y debido a que hay un proceso de acumulación de lodos será necesario considerar una purga de lodos cada 6 meses en la que se vaciará por completo los 10 metros cúbicos hacia una disposición adecuada a través de una EPS-RS autorizada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

Figura N° 13: Vista de planta del tanque digester de lodos



**Figura N° 14: Vista de corte del tanque digestor de lodos**



Las especificaciones técnicas de la planta de tratamiento antes mencionada, así como los cálculos y planos se encuentran adjuntos en el **Anexo 05**.

### **3.12. Eficiencia final de la planta de tratamiento mejorada**

Para el cálculo de la proyección del vertimiento, se considerarán los valores proyectados de la caracterización del agua cruda. La eficiencia de remoción por cada etapa de la planta de tratamiento se señala en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 12: Eficiencia de remoción por etapa**

PROCESO	DESCRIPCIÓN	EFICIENCIA DE DEPURACIÓN
Ecuilización	Compartimento destinado a homogenizar la concentración y el caudal del agua residual a tratar. Se inyecta oxígeno a través de difusores de burbuja fina para la homogenización y por aireación.	15% DBO y DQO como proceso unitario.
Oxidación por aire forzado	Mediante el uso de sopladores de aire se logra una oxidación por oxígeno	20% DBO y DQO como proceso unitario.
Precipitación química	Con la ayuda de químico coagulante se logra la separación por gravimetría de los sólidos suspendidos.	80% de sólidos sedimentables como proceso unitario.
Oxidación avanzada	Proceso de oxidación avanzada haciendo uso del oxidante fuerte BIORECOVER, formulado de dioxano que ASEGURA la calidad del agua tratada.	27% DBO y DQO como proceso unitario. 15% microorganismos patógenos y no patógenos
Desinfección por cloro libre	Proceso de desinfección por adición de hipoclorito de sodio o calcio en solución para la elevación del residual de cloro libre.	99.99% microorganismos patógenos y no patógenos.

Para analizar mejor la calidad del efluente tratado y su futuro vertimiento sobre el río Lacramarca. En el cuadro N° 13 se observan los resultados obtenidos en cada etapa de la planta de tratamiento y la proyección del vertimiento a su salida.

**Cuadro N° 13: Resultados de la proyección del vertimiento**

Parámetros	Unidad	Agua cruda	Trampa de grasas		Tanque equalizador		Tanque de aireación		Precipitador químico		Oxidación avanzada		Desinfección	
		Efluente	%	Efluente	%	Efluente	%	Efluente	%	Efluente	%	Efluente	%	Efluente
DBO5	mg/L	125	-	125	15%	106	20%	84.73	-	84.73	27%	61.85	-	61.85
Sólidos totales en	mg/L	110	-	110	-	110	-	110	80%	22	-	22	-	22
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	7,000,000	-	7,000,000	-	7,000,000	-	7,000,000	-	7,000,000	15%	5,950,000	99.99%	595.0
Aceites y Grasas	mg/L	24	98%	0	-	0	-	0	-	0.48	-	0.48	-	0.48
DQO	mg/L	168	-	168	15%	143	20%	114	-	114	27%	83.40	-	83.40
Coliformes Totales	NMP/100 ml	17,000,000	-	17,000,000	-	17,000,000	-	17,000,000	-	17,000,000	15%	14,450,000	99.99%	1,445.00

Estos resultados comparados con los Límites máximos permisibles para los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (D.S. N° 003- 2010-MINAM) cumplen con lo establecido de manera que se concluye no impactará de forma negativa a la calidad del cuerpo receptor, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 14: Comparación de la proyección del vertimiento con LMP**

Parámetros	Unidades	Proyección del Vertimiento	LMP de Efluente para vertimientos a cuerpo de agua(*)
Aceites y Grasas	mg	0.48	20
DBO5	mg	61.85	100
DQO	mg	83.40	200
Sólidos totales en suspensión	mg	22.00	150
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	595	10000
Coliformes Totales	NMP/100ml	1445	-
pH	-	6.5-8.5	6.5 - 8.5

### **3.13. Evaluación de impacto ambiental**

Para la evaluación de impactos ambientales se aplicará la metodología de Importancia Ambiental (Conesa 2010) de acuerdo a las características del proyecto con la finalidad de determinar la significancia de cada impacto ambiental identificando los efectos potenciales sobre el medio ambiente, que podría generar la implementación, operación y cierre de la mejora tecnológica de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas tratadas provenientes del Astillero del SIMA Chimbote y su respectiva disposición final hacia el río Lacramarca. Se han elaborado dos tipos de matrices los cuales analizan cada fase o etapa del proyecto. El primer tipo de matriz, identificará los posibles impactos durante las diferentes etapas por las que pasará la planta de tratamiento, los criterios de evaluación son analizados de manera cualitativa. El segundo tipo de matriz, presenta la evaluación de los impactos de manera cuantitativa; mostrando la ponderación de los criterios definidos en esta metodología, obteniendo el análisis de significancia.

#### **3.13.1. Área de Influencia Directa e Indirecta del vertimiento**

Para determinar el área de influencia del proyecto se tomó como punto de referencia su ubicación dentro del astillero de SIMA Chimbote. En el

**Anexo 01**, se presenta la lámina AST-02 referido a las áreas de influencia directa e indirecta en el sistema WGS-84, donde se muestra la localización de la planta y la delimitación de las áreas de influencia.

Para determinar el área de influencia se ha tenido en consideración **10 metros alrededor de la planta de tratamiento** de aguas residuales domésticas, se optó por ese criterio debido a que en dicha área (aproximadamente 400 m<sup>2</sup>) se llevarán a cabo las actividades de operación y mantenimiento.

El área de influencia indirecta queda determinada por el área de SIMA Chimbote abarcando el área administrativa y de maniobras internas, así como el cuerpo receptor donde se realizará el vertimiento (río Lacramarca) desde el punto de control aguas arriba hasta el punto aguas abajo del vertimiento. El análisis para la determinación del área de influencia indirecta se basó en criterios orientados a la proyección hipotética de las actividades auxiliares que se realizarán en la PTARD.

### **3.13.2. Identificación de Impactos**

El tratamiento del efluente proveniente de las aguas residuales crudas del astillero de SIMA Chimbote, determinarán impactos positivos o negativos sobre el ambiente físico, biológico y socioeconómico del área donde se desarrolla actualmente el proyecto.

La metodología seguida para la identificación y posterior evaluación de impactos ambientales potenciales consideró las siguientes actividades:

- Identificación de los componentes ambientales que podrían verse impactados por las diferentes actividades del proyecto.
- Identificación de todas las actividades y componentes del proyecto y sus características (ubicación, extensión, etc.), en todas las etapas de vida del proyecto (construcción, operación y

cierre), que podrían causar algún impacto sobre uno o varios de los componentes ambientales.

### 3.13.2.1. Identificación de los Componentes Ambientales

Como primer paso, se identificaron los componentes ambientales que podrían ser afectados por la ejecución del proyecto en las etapas de construcción, operación, cierre y post cierre.

La identificación de los impactos potenciales estuvo vinculada con el estado actual, calidad y otras características de cada componente ambiental.

Adicionalmente, para cada componente ambiental se numeraron las variables que podrían ser modificadas por las actividades del proyecto. Los componentes evaluados se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 15: Componentes y variables ambientales evaluadas**

COMPONENTE	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
<b>Aire</b>	Calidad de aire	Se evalúa el cambio de la calidad de aire debido a la emisión de gases de combustión y la posibilidad de emisión de compuestos orgánicos volátiles, en relación con los estándares de calidad de aire establecidos.
	Ruido	Considera el aumento de los niveles de ruido ambiental debido a la introducción temporal de niveles de ruido.
<b>Suelo</b>	Calidad del suelo	La pérdida de carga orgánica del suelo es nula debido a que la mejora se realizará en estructuras.
<b>Agua Superficial</b>	Calidad del agua superficial	Cambios en la calidad física o química del agua superficial en relación con los estándares de calidad de aguas establecidos.
<b>Paisaje</b>	Visual	Los cambios en la estética visual del terreno son nulos, dado que las mejoras se realizan en estructuras existentes.

<b>Flora</b>	Cobertura vegetal	La disminución de la cobertura vegetal es nula dado que en dicha zona se encuentran estructuras construidas y se ubica en una zona industrial.
<b>Fauna</b>	Fauna terrestre	La perturbación de la fauna silvestre es nula debido a que la zona donde se ubica la PTARD es una zona industrial.
	Fauna acuática	Se evalúa la variación de individuos de fauna acuática en el cuerpo receptor.

### 3.13.2.2. Identificación de las actividades

Se identificaron todas las actividades comprendidas durante las etapas de instalación, operación y cierre de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, que pudieran impactar uno o más de los componentes ambientales listados anteriormente.

Para la elaboración de la matriz, estas actividades fueron agrupadas de acuerdo a la acción necesaria para llevarse a cabo para poder realizar una evaluación integral de los posibles impactos sobre los componentes ambientales.

A continuación se presentan las actividades identificadas según su etapa, para la planta de tratamiento de agua residual.

#### ✓ **Actividades de la Etapa de Instalación**

- Instalación de equipos.
- Tráfico de vehículos y personas.

#### ✓ **Actividades de la Etapa de Operación**

- Operación de la planta de tratamiento.
- Vertimiento del efluente tratado al río Lacramarca.
- Mantenimiento de la planta de tratamiento.

- Extracción y disposición del lodo.

✓ **Actividades de la Etapa de Cierre**

- Desmantelamiento de equipos.
- Cierre de estructuras.

### **3.13.3. Metodología de Evaluación Ambiental**

Para la evaluación de impactos ambientales se ha aplicado la metodología de Importancia Ambiental (Conesa 2010) de acuerdo a las características del proyecto con la finalidad de conocer la importancia de cada impacto ambiental identificado. Se ha elaborado dos tipos de matrices los cuales analizan cada fase o etapa del proyecto.

El primer tipo de matriz, presentado en el cuadro N° 16, identifica los posibles impactos durante la etapa o fase en la cual la planta de tratamiento se encuentre, los criterios de evaluación independientemente analizados de manera cualitativa.

Mientras que el segundo tipo de matriz presenta la evaluación de los impactos mostrando la ponderación de los criterios, obteniendo el análisis de significancia, por lo cual previamente explicaremos los criterios de evaluación utilizados.

**Cuadro N° 16: Matriz Cualitativa de Intensidad de los Impactos Ambientales para la mejora tecnológica**

MATRIZ CAUSA - EFECTO		COMPONENTES AMBIENTALES							
		AIRE		SUELO	AGUA SUPERF.	PAISAJE	FLORA	FAUNA	
		Calidad	Ruido	Calidad	Calidad	Visual	Cobertura	Terrestres	Acuáticos
<b>ETAPA DE INSTALACIÓN</b>	Instalación de equipos								
	Tráfico de vehículos y personas								
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>	Operación de la planta de tratamiento								
	Vertimiento de efluente tratado al río								
	Extracción y disposición del lodo								
	Mantenimiento de la planta de tratamiento								
<b>ETAPA DE CIERRE</b>	Desmantelamiento de equipos								
	Cierre de estructuras								

INTENSIDAD DEL IMPACTO		
POSITIVO		NEGATIVO
	Neutro	
	Bajo No Significativo	
	Moderado	
	Alto	

### 3.13.3.1. Criterios de evaluación

Se emplearon lo siguientes criterios de evaluación:

#### a) Tipo de Impacto (Tp)

Establece si el cambio producido por la ejecución de las actividades del proyecto, en relación al estado inicial del componente ambiental, es positivo (+) o negativo (-).

### b) Intensidad del impacto (I)

Representa la cuantía o grado de incidencia de la acción del proyecto sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

La magnitud del impacto se califica de la siguiente manera:

**Cuadro N° 17: Escala de la Magnitud del Impacto**

Escala	Explicación
<b>Baja (1)</b>	El grado de impacto ambiental es bajo, la condición inicial del componente ambiental prácticamente se mantiene o casi no
<b>Moderada (2)</b>	El grado de impacto ambiental es moderado, el impacto produce cambios notorios respecto a la condición inicial del componente ambiental, pero dentro de niveles aceptables.
<b>Alta (4)</b>	El grado de impacto ambiental es alto, superando niveles aceptables, pudiendo perderse su condición original.
<b>Total (12)</b>	El grado del impacto ambiental es total, las condiciones físicas, químicas y biológicas del ecosistema impactado han sido perdidas en su totalidad.

### c) Extensión (Ex)

Establece el alcance espacial del impacto sobre el componente ambiental. La extensión del impacto se califica de la siguiente manera:

**Cuadro N° 18: Escala de la Extensión del Impacto**

Escala	Explicación
<b>Puntual</b>	Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.
<b>Parcial</b>	Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.
<b>Extenso</b>	Aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.
<b>Total</b>	Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.
<b>(+4) Crítico</b>	El impacto se produce en una situación crítica, se atribuye un valor +4 por encima del valor que corresponde

#### **d) Sinergia (Si)**

Este criterio refuerza el comportamiento de dos a o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

La escala de valoración es la siguiente: si el impacto es sinérgico moderado se le asigna un valor de dos (2) y si fuese el impacto muy sinérgico se le considera un valor de cuatro (4), por el contrario, si el impacto no es sinérgico se le asigna el valor cero (0).

#### **e) Persistencia (Pe)**

Refleja el tiempo en que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición. La duración del impacto se califica de la siguiente manera:

**Cuadro N° 19: Escala de la Duración del Impacto**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Fugaz (1)</b>	Si la duración del efecto es menor a 1 año
<b>Temporal (2)</b>	Si la duración del efecto es menor a 10 años pero mayor a 1 año
<b>Permanente (4)</b>	Si la duración del efecto no desaparece en función al tiempo

#### **f) Efecto (Ef)**

Se interpreta como la manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa-efecto.

**Cuadro N° 20: Escala del efecto del impacto**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Indirecto</b>	Es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
<b>Directo</b>	Aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o en relación de un factor ambiental con otro.

### g) Momento del Impacto (Mo)

Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

**Cuadro N° 21: Escala del Momento del Impacto**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Largo Plazo (1)</b>	El efecto sobre el factor ambiental ocurre en un tiempo prolongado después del impacto.
<b>Mediano Plazo (2)</b>	El efecto sobre el factor ambiental ocurre a mediano plazo después del impacto.
<b>Inmediato (4)</b>	El efecto sobre el factor ambiental ocurre al iniciarse el impacto.
<b>(+4) Crítico</b>	El impacto se produce en una situación crítica, se atribuye un valor +4 por encima del valor que corresponde

### h) Acumulación (Ac)

Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que la genera.

**Cuadro N° 22: Escala de Acumulación del Impacto**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Simple</b>	Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia.
<b>Acumulativo</b>	Aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación

### i) Recuperabilidad (Mc)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por acción del hombre como consecuencia del proyecto.

**Cuadro N° 23: Escala de Recuperabilidad del factor ambiental**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Recuperable de Inmediato (1)</b>	Efecto en el que la alteración del medio pueda eliminarse por la acción humana de forma inmediata estableciendo medidas correctoras llevándola a sus condiciones iniciales.
<b>Recuperable a Mediano Plazo (2)</b>	Efecto en el que la alteración pueda eliminarse por la acción humana en un mediano plazo estableciendo medidas correctoras y llevándolas a sus condiciones iniciales.
<b>Mitigable (4)</b>	Efectos en el que la alteración puede mitigarse de una manera sostenible, mediante el establecimiento de medidas
<b>Irrecuperable (8)</b>	Aquel en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar tanto por acción natural o humana.

**j) Reversibilidad (Rev)**

Hace referencia al efecto en que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano y largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.

**Cuadro N° 24: Escala de la Reversibilidad del medio o factor ambiental**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Corto plazo (1)</b>	La alteración del medio o factor ambiental puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto plazo debido a los mecanismos de depuración del medio
<b>Mediano plazo (2)</b>	La alteración del medio o factor ambiental puede ser asimilada por el entorno de forma medible a mediano plazo debido a los mecanismos de depuración del medio
<b>Irreversible (4)</b>	El efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción que lo produce.

**k) Periodicidad (Pr)**

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

**Cuadro N° 25: Escala de Periodicidad del efecto sobre el medio o factor ambiental**

<b>Escala</b>	<b>Explicación</b>
<b>Irregular (1)</b>	Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.
<b>Periódica (2)</b>	Aquel cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa en el tiempo.
<b>Continua (4)</b>	Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

**I) Valoración Cuantitativa del Impacto (IM)**

La valoración cuantitativa del impacto mide la importancia del efecto y se obtiene a partir de los criterios establecidos anteriormente. La significancia se calcula de la siguiente manera:

$$IM = +/- 3(I)+2(Ex)+Mo+Pe+Rv+Si+Ac+Ef+Pr+Mc$$

Una vez obtenida la valoración cuantitativa de la importancia del efecto se procede a la clasificación del impacto partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto.

Es importante mencionar que para la evaluación de los impactos del tipo positivo, no se considera el criterio de reversibilidad.

El cuadro N° 26 muestra la escala de valoración para la significancia:

**Cuadro N° 26: Escala de valoración del Impacto**

<b>Rango</b>	<b>Significancia</b>
CO ≤ 25	Leve (L)/No significativo
25 < M ≤ 50	Moderado (M)
50 < S ≤ 75	Severo (S)
75 < C	Crítico (C)

Entiéndase el término “Leve ó No Significativo” como aquella situación en que el impacto al componente ambiental no supera los valores establecidos por los

Estándares de Calidad Ambiental (en caso se aplique), o no genera una desviación importante de las condiciones de línea base según el criterio de los evaluadores.

El término “Moderado” implica una situación en la que el impacto al componente ambiental modifica los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental pero sin llegar al límite de estos.

El término “Severo” implica una situación en la que el impacto al componente ambiental modifica los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental estando o superando el límite de estos.

El término “Crítico” implica una situación en la que el impacto al componente ambiental modifica de forma radical los parámetros físicos, químicos y biológicos superando cualquier valor establecido por los Estándares de Calidad Ambiental, también pone en riesgo la salud humana, actividades económicas y culturales en su área de influencia.

#### **3.13.4. Descripción de Impactos Ambientales Identificados**

Para la descripción de los principales impactos se consideraron las diferentes fases desde la construcción, operación y cierre de la planta de tratamiento.

##### **a) Etapa de Instalación**

Habiendo identificado en el ítem 13.2.2 las operaciones que se realizarán en la etapa de construcción pasaremos a describir los impactos predecidos en esta etapa.

##### **- Instalación de equipos**

En esta actividad solo se identifican impactos de baja significancia, como el ruido debido al tránsito de las personas que instalarán los equipos que se implementarán en la planta de tratamiento.

- **Tráfico de vehículos y personas**

El movimiento de vehículos en todas las actividades de esta etapa producirá partículas en suspensión y como consecuencia afectará la calidad del aire. Así mismo también se presenta una alteración de la calidad del aire producto de los gases de combustión de los vehículos para el transporte de equipos.

- b) **Etapa de Operación**

Habiendo identificado en el ítem 13.2.2 las operaciones que se realizarán en la etapa de operación pasaremos a describir los impactos predecidos en esta etapa.

- **Operación de la planta de tratamiento**

En la etapa de operación se producirá muy baja cantidad de gases (generación de olores) los cuales son identificados como impactos de baja significancia.

- **Vertimiento del efluente tratado al río Lacramarca**

El vertimiento del efluente tratado puede generar un impacto leve en la calidad natural del agua del río Lacramarca. El vertimiento del efluente tratado hace variar el pH debido a la mayor carga (mayor pH y caudal). Sin embargo, cabe resaltar que en la proyección de la planta de tratamiento se estima que el pH estará dentro de los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales y no afectará a la vida acuática del cuerpo receptor. Por lo cual se estima que el impacto será de baja significancia.

- **Extracción y disposición del lodo de las lagunas**

La extracción de lodos de las lagunas ocasionará ruidos de baja significancia. Asimismo la generación de olores se proyecta como un impacto leve debido a que los lodos se dispondrán en un digester de lodos cerrado.

- **Mantenimiento de la planta de tratamiento**  
El mantenimiento de las lagunas de oxidación, es una actividad importante para el buen funcionamiento del sistema. Esta es una actividad que se realizará periódicamente, el impacto producido en esta etapa es mínimo, puesto que el único aspecto ambiental que se produce es la generación de residuos no impactan negativamente debido a su adecuada disposición final.
  
- c) **Etapa de Cierre**
  - **Desmantelamiento de equipos**  
En la actividad de desmantelamiento de equipos se tendrá un impacto negativo y de baja significancia en cuanto a la generación de ruidos como consecuencia de los trabajos que se realizan, por lo cual se considera esto como no significativo.
  
  - **Cierre de estructuras**  
En la actividad de cierre de estructuras se tendrá un impacto negativo y de baja significancia en cuanto a la calidad de aire y suelo, debido a las partículas de polvo y desmante que se generen. Adicionalmente, en esta actividad se generarán ruidos temporales a consecuencia de los trabajos que se realizan, por lo cual se considera esto como de baja significancia.

### **3.13.5. Evaluación de Impactos Identificados**

La evaluación de los impactos identificados en la mejora tecnológica se presenta en el cuadro N° 27 (Etapa de Construcción), cuadro N° 28 (Etapa de operación), cuadro N° 29 (Etapa de Cierre).

**Cuadro N° 27: Evaluación de Impactos – Etapa de Instalación**

COMPONENTE AMBIENTAL			ACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO	INSTALACIÓN											Caracterización de los Impactos	
					Magnitud (+/-)	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento de Impacto (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periódicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		
MEDIO FÍSICO	Aire	Calidad	Instalación de equipos	Generación de polvo y ruido	-	1	1	4	1	1	0	1	1	1	1	15	Leve/No
			Tráfico de vehículos y personas	Generación de polvo, ruido y gases	-	1	1	4	1	1	0	1	4	2	1	19	Leve/No
	Suelo	Calidad	Instalación de equipos	Generación de residuos sólidos	-	1	1	4	1	2	0	1	1	1	2	17	Leve/No
			Tráfico de vehículos y personas	No produce impacto												0	Neutro
	Agua Superficial	Calidad	Instalación de equipos	No produce impacto												0	Neutro
			Tráfico de vehículos y personas	No produce impacto												0	Neutro
	Paisaje	Visual	Instalación de equipos	Generación de residuos sólidos	-	1	1	4	1	2	0	1	1	1	2	17	Leve/No
			Tráfico de vehículos y personas	No produce impacto												0	Neutro
MEDIO BIOLÓGICO	Fauna	Terrestre	Instalación de equipos	No produce impacto											0	Neutro	
			Tráfico de vehículos y personas	No produce impacto											0	Neutro	
		Acuático	Instalación de equipos	No produce impacto												0	Neutro
			Tráfico de vehículos y personas	No produce impacto												0	Neutro
	Flora	Cobertura	Instalación de equipos	No produce impacto												0	Neutro
			Tráfico de vehículos y personas	No produce impacto												0	Neutro

INTENSIDAD DEL IMPACTO		
POSITIVO		NEGATIVO
	Leve	
	Moderado	
	Severo	
	Crítico	

**Cuadro N° 28: Evaluación de Impactos – Etapa de Operación**

COMPONENTE AMBIENTAL			ACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO	OPERACIÓN											Caracterización de los Impactos	
					Magnitud (+/-)	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento de Impacto (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)		
MEDIO FÍSICO	Aire	Calidad	Operación de la planta de tratamiento	Generación de olores	-	1	1	4	2	1	0	1	1	1	2	17	Leve/No
			Extracción y disposición de lodos	Generación de olores	-	1	1	4	1	1	0	1	1	1	1	15	Leve/No
		Ruido	Extracción y disposición de lodos	Generación de ruido	-	1	1	4		1	0	1	4	1	1	18	Leve/No
	Suelo	Calidad	Operación de la planta de tratamiento	No produce impacto												0	
			Mantenimiento de la planta de tratamiento	Generación de residuos	-	1	1	2	2	1	0	2	1	2	2	17	Leve/No
	Agua Superficial	Calidad	Vertimiento del efluente tratado	Alteración de caract. fisicoquímicas	-	1	1	4	2	2	0	1	1	4	2	21	Leve/No
			Mantenimiento de la planta de tratamiento	No produce impacto													
Paisaje	Visual	Mantenimiento de la planta de tratamiento	Generación de residuos	-	1	1	4	1	1	0	1	4	1	1	18	Leve/No	
MEDIO BIOLÓGICO	Fauna	Acuático	Vertimiento del efluente tratado	Variación de la diversidad biológica	-	1	1	2	2	2	0	1	1	2	2	17	Leve/No

INTENSIDAD DEL IMPACTO		
POSITIVO		NEGATIVO
	Leve	
	Moderado	
	Severo	
	Crítico	

**Cuadro N° 29: Evaluación de Impactos – Etapa de Cierre**

COMPONENTE AMBIENTAL			ACTIVIDADES	IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO	C											Caracterización de los Impactos	
					Magnitud (+/-)	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento de Impacto (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperación (MC)		
MEDIO FÍSICO	Aire	Calidad	Desmantelamiento de equipos	Generación de ruido	-	1	1	4	1	1	0	1	1	1	2	16	Leve/ No Significativo
			Cierre de estructuras	Emisión de material particulado y niveles ruido	-	1	1	4	1	2	0	1	4	1	2	20	Leve/ No Significativo
	Suelo	Calidad	Desmantelamiento de equipos	No genera impacto												0	Neutro
			Cierre de estructuras	No genera impacto												0	Neutro
	Agua Superficial	Calidad	Desmantelamiento de equipos	No genera impacto												0	Neutro
			Cierre de estructuras	No genera impacto												0	Neutro
	Paisaje	Visual	Desmantelamiento de equipos	No genera impacto												0	Neutro
			Cierre de estructuras	No genera impacto												0	Neutro
MEDIO BIOLÓGICO	Fauna	Acuática	Desmantelamiento de equipos	No genera impacto											0	Neutro	
			Cierre de estructuras	No genera impacto											0	Neutro	

INTENSIDAD DEL IMPACTO		
POSITIVO		NEGATIVO
	Leve	
	Moderado	
	Severo	
	Crítico	

### **3.14. Plan de manejo**

Luego de la predicción y evaluación de los probables impactos ambientales que se generen por la construcción, operación y cierre de la planta de tratamiento propuesta, se establece una serie de actividades que tienen como finalidad la reducción y/o mitigación de aquellos impactos identificados anteriormente.

Si se presentan impactos no previstos se actúa de acuerdo a la exigencia del caso implementando las medidas de mitigación que controlen o minimicen los impactos negativos.

#### **3.14.1. Plan de Prevención y Mitigación Ambiental**

Es evidente que se deben aplicar adecuadamente las medidas de prevención y/o corrección para contrarrestar los efectos negativos del proyecto, asimismo se deben potenciar los impactos positivos.

A continuación se describen las acciones correctivas específicas diseñadas para reducir los impactos ambientales provocados por las diferentes actividades a desarrollarse en el proyecto, se sugieren las siguientes medidas de prevención y mitigación.

**Cuadro N° 30: Medidas de prevención, control y mitigación. Etapa de instalación de la Planta de Tratamiento**

Componente Ambiental			Acción Causante	Impactos	Medidas de prevención, control y/o mitigación
Medio físico	Aire	Calidad	- Instalación de equipos - Tráfico de vehículos y personas	- Generación de polvo, ruido y gases.	- Se brindarán equipos de protección personal al personal que instale los equipos en la planta de tratamiento.
	Paisaje	Visual	- Instalación de equipos	- Generación de residuos sólidos.	- Se cumplirá con el plan de manejo de residuos sólidos de la empresa.

**Cuadro N° 31: Medidas de prevención, control y mitigación. Etapa de operación de la Planta de Tratamiento**

Componente Ambiental			Acción Causante	Impactos	Medidas de prevención, control y/o mitigación
Medio físico	Aire	Calidad	- Operación de la planta de Tratamiento. - Extracción y disposición de lodo	- Generación de olores. - Generación de ruido.	- Para mitigar los posibles olores que se generará en la planta de tratamiento se realizarán mantenimientos preventivos. - Se brindarán equipos de protección personal al personal encargado de la extracción de lodos de la planta de tratamiento.
	Suelo	Calidad	- Mantenimiento de la planta de tratamiento.	- Generación de residuos sólidos	- Se cumplirá con el plan de manejo de residuos sólidos de la empresa.
	Agua superficial	Calidad	- Vertimiento del efluente tratado.	- Alteración de la calidad de las aguas superficiales del río Lacramarca.	- Estricto control de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de efluentes domésticos. - Se seguirá estrictamente las pautas dadas en el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.
	Paisaje	Visual	- Mantenimiento de la planta de tratamiento.	- Generación de residuos sólidos	- Se cumplirá con el plan de manejo de residuos sólidos de la empresa.
Medio Biológico	Fauna	Acuática	- Vertimiento del efluente tratado.	- Alteración en la composición y número de especies planctónicas y bentónicas.	- Estricto control de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de efluentes domésticos. - Se seguirá estrictamente las pautas dadas en el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

**Cuadro N° 32: Medidas de prevención, control y mitigación. Etapa de cierre de la Planta de Tratamiento**

Componente Ambiental		Acción Causante	Impactos	Medidas de prevención, control y/o mitigación	
Medio físico	Aire	Calidad	- Cierre de estructuras.	- Emisión de material particulado	- Se brindarán equipos de protección personal al personal que cierre las estructuras de la planta de
		Ruido	- Cierre de estructuras. - Desmantelamiento de estructuras.	- Generación de ruido	- Se brindarán equipos de protección personal al personal que cierre las estructuras de la planta de tratamiento.

### 3.14.2. Plan de Monitoreo Ambiental

El Plan de Monitoreo Ambiental se ha desarrollado con la finalidad de realizar, de manera planificada y continua, un seguimiento de la evolución de la calidad de los componentes ambientales de su área de influencia. Esto permite realizar un seguimiento a las actividades mineras y a las medidas de prevención y mitigación propuestas. En el presente plan, se definen los parámetros a ser medidos, que sirven como indicadores de la calidad de los componentes ambientales, bióticos y abióticos. Asimismo, establece los puntos o estaciones más representativas para el monitoreo, las frecuencias con las que será realizado y los valores de referencia con los que se compararán los resultados obtenidos. El análisis de los resultados obtenidos en el monitoreo ambiental, servirá como herramienta para la toma de decisiones respecto de la influencia que podrían tener las actividades del proyecto sobre el ambiente. En base a dicho análisis, se podrá determinar las zonas que se constituyen como fuentes de contaminantes o de riesgo, para tomar las acciones que permitan optimizar las medidas de prevención y manejo ambiental, minimizando así los impactos generados.

## **Calidad del agua superficial y efluentes**

El monitoreo de la calidad del agua superficial tiene por objetivo el control de los impactos producidos por las actividades del proyecto sobre la fuente de agua superficial y la verificación de las medidas de manejo propuestas. El río Lacramarca es quien será potencialmente impactado en forma directa.

La fuente de agua superficial en el río Lacramarca se encontrará influenciado por la descarga del efluente doméstico, después del tratamiento, este efluente tratado será monitoreado con dos objetivos:

- Control de efluentes de acuerdo a los límites máximos permisibles en el D.S. N° 003-2010-MINAM.
- Determinación de la influencia sobre el cuerpo receptor, de acuerdo a los parámetros exigidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental para Agua).

El monitoreo del agua superficial incluye el monitoreo de caudales y el control de la calidad del agua, las cuales deberán cumplir los lineamientos nacionales establecidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM, la toma de muestras se realizará en las estaciones de monitoreo “aguas arriba y aguas abajo del vertimiento del efluente doméstico tratado”.

Para el control del efluente de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Doméstica, se debe verificar el cumplimiento de la legislación nacional en base a los límites máximos permisibles. Los LMP de acuerdo al D.S. N° 003-2010- MINAM han regulado los siguientes parámetros:

- pH
- Sólidos totales en suspensión
- Aceites y grasas
- DBO
- DQO
- Temperatura
- Coliformes termotolerantes

La frecuencia de muestreo en el río Lacramarca será semestral.

En el siguiente cuadro se muestra el programa anual del monitoreo de calidad del agua:

**Cuadro N° 33: Programa de monitoreo de calidad de aguas propuesto**

CALIDAD DE AGUA - EFLUENTE								
Estación de Monitoreo	WGS-84 (Zona 17S)		Altitud m.s.n.m.	Parámetros	Norma Aplicable	Descripción	Frecuencia de Monitoreo	Frecuencia de Reporte
	Este	Norte						
AR-AST	768,620	8'990,260	6	pH (Unidad)	D.S. N° 003-2010-MINAM (Efluentes de PTARD)	Vertimiento tratado	Semestral	Semestral
LAC-A	768,951	8'990,646	8	Aceites y Grasas (mg/l)		Cuerpo Receptor Aguas Arriba		
LAC-D	768,321	8'990,076	6	SDT (mg/l) STS (mg/l) Cr VI (mg/l) DBO (mg/l) DQO (mg/l) OD (mg/l) Nitratos (mg/l) N. Amoniacal (mg/l) Fosfatos (mg/l) Sulfuros (mg/l) Coliformes Totales(NMP/100ml) Coliformes Fecales (NMP/100ml) Arsénico (mg/l) Bario (mg/l) Cadmio (mg/l) Cobre (mg/l) Mercurio (mg/l) Níquel (mg/l) Plomo (mg/l) Zinc (mg/l)		Cuerpo Receptor Aguas Abajo		

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- La mejora tecnológica propuesta, garantiza una mejor calidad del efluente tratado, a diferencia del pozo séptico con el filtro biológico, expresándose en mayores porcentajes de remoción.
- En el Capítulo XII, se proyectan las características que tendrá el efluente tratado en donde se demuestra que el efluente que se espera tener a la salida de la planta de tratamiento no superarán los LMP establecidos para efluentes de plantas de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (D.S. N° 003-2010- MINAM) para la planta de tratamiento propuesta.
- Se estima que en la etapa de instalación los impactos negativos serán leves debido a la generación de partículas y ruido.
- En la etapa de operación se identifican impactos negativos de significancia baja “leve”, siendo la extracción de lodos y la operación de la planta de tratamiento las que afecten con mayor incidencia a los componentes ambientales. Estos impactos pueden ser corregidos mediante las medidas de prevención y/o corrección propuestas. Asimismo, respecto al vertimiento del efluente tratado, si la planta de tratamiento no estuviera en funcionamiento la calidad de las aguas del río Lacramarca así como la biodiversidad que en ella vive se degradaría producto de la contaminación; es por ello que la operación de la planta de tratamiento propuesta a pesar de generar impactos negativos, estos son neutralizados por el tratamiento de las aguas residuales.
- Por lo señalado, se llegó a la conclusión que los impactos que se generarán en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas tienen un **impacto ambiental no significativo**. Asimismo, **gracias a la mejora de la tecnología de tratamiento, se evitará afectar de manera irreversible al río Lacramarca.**

#### **4.1. Recomendaciones**

- Se sugiere, ejecutar de manera concreta y de acuerdo a lo planificado, la implementación de la mejora tecnológica, dado que los resultados a obtenerse, permitirán conocer, semestralmente, la eficiencia de trabajo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Astillero de los Servicios Industriales de la Marina S.A. – Centro Operativo N° 3 Chimbote, así como la calidad ambiental de agua del Río Lacramarca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- i. Abarca J., Alvarado L., Calderón K., Herrera N., Méndez J., Paucar S., ... & Zubiaga A. 2016. La Vinculación y la Retroalimentación entre la Certificación y la Fiscalización Ambiental. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. 161 p. Perú.
- ii. Delgadillo M. & Condori L. 2010. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con macrófitas para comunidades cercanas al Lago Titicaca. Journal Boliviano de Ciencias Volumen 7 N° 21. Universidad del Valle – La Paz. Pp. 63-66. Bolivia.
- iii. Espinoza R. 2010. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Juan de Miraflores. Universidad de Piura. Perú.
- iv. Larios-Meño, J.; González, C. & Morales, Y. 2015. Las Aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Saber y Hacer. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL N° 2. Volumen 2. Pp. 09-25. Perú.
- v. METCALF & EDDY. 1995. Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento. Vertido y reutilización. Tercera edición Volumen I y II. 1505 p. España.
- vi. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. 2014. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. 42 p. Perú.
- vii. Rubio J., Berrú P., Escudero L., Calderón J., García V., Pizarro L., ... & Quipuzcoa L. 2009. Informe Final Estudio de Línea Base en el Ámbito Marino del Área Sur de Bahía El Ferrol. Instituto del Mar del Perú. 78 p. Perú.
- viii. Torres, P. 2012. Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo. Revista EIA Número 18. Escuela de Ingeniería de Antioquía. Pp. 115-129. Colombia.
- ix. Yee-Batista, C. 2013. Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas. Banco Mundial, BIRF – AIF. Recuperado de: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>>

# ANEXOS

**ANEXO N° 1**

**PLANOS**

# **ANEXO N° 1 – 1**

## **PLANO DE UBICACIÓN**

## **ANEXO Nº 1 – 2**

# **PLANO HIDROGRÁFICO**

**ANEXO Nº 1 – 3**

**PLANO MORFOLÓGICO**

## **ANEXO N° 1 – 4**

# **PLANO DE PRECIPITACIONES**

# **ANEXO Nº 1 – 5**

## **PLANO DE CAUDALES**

**ANEXO N° 2**

**RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL**

**AGUA CRUDA DOMÉSTICA**

## **ANEXO N° 3**

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

## **ANEXO N° 3 – 1**

# **DISEÑO, EQUIPAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL ASTILLERO**

## **ANEXO N° 3 – 2**

# **CÁLCULOS PTARD**

## **ANEXO N° 3 – 3**

# **PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS PROYECTADAS**

## **ANEXO Nº 3 – 4**

### **PLANO DE PTARD VISTA 3D**

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

- **Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento).** Es aquella empresa o institución pública, municipal o mixta, constituida con el exclusivo propósito de brindar servicios de saneamiento en el ámbito urbano. Es quien produce, distribuye y comercializa el agua potable, y quien se encarga de la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, la recolección de las aguas provenientes de las lluvias y la disposición sanitaria de excretas.
  
- **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 para el ambiente.
  
- **Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS).** Son organizaciones elegidas voluntariamente por las comunidades y se constituyen con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento de uno o más centros poblados del ámbito rural.
  
- **Límite Máximo Permisible (LMP).** Es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.