

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES



DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
EFLUENTES INDUSTRIALES PARA SU DISPOSICIÓN EN
EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.
CASO: EMPRESA LÁCTEA P&D ANDINA ALIMENTOS S.A.
PARA SU PROCESO UHT

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTORES:

JACK PETHER CHAMBI ROJAS
SANDY YESENIA ESCOBEDO DÍAZ
MELISSA JANECCI GÜERE RUPAY

Three handwritten signatures are stacked vertically. The top signature is for Jack Pether Chambi Rojas, the middle one for Sandy Yesenia Escobedo Díaz, and the bottom one for Melissa Janeci Güere Rupay.

ASESOR:

Mg. MÁXIMO FIDEL BACA NEGLIA

Callao, Diciembre, 2016

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
N° 007-2016-JEDT-FIARN**

Siendo las 12:30 horas del día lunes 19 de diciembre de 2016, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales ubicado en la Av. Juan Pablo II 306-Bellavista-Callao; se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES PARA SU DISPOSICIÓN EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. CASO: EMPRESA LÁCTEA P&D ANDINA ALIMENTOS S.A. PARA SU PROCESO UHT** presentada, para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de los Bachilleres: Jack Pether Chambi Rojas, Sandy Yesenia Escobedo Díaz, Melissa Janeci Güere Rupy.

Contando con la asistencia del Jurado Evaluador y Asesor a fin de dar cumplimiento a la Resolución N° 060-2016-D-FIARN de fecha 13 de diciembre de 2016, los mismos que están integrados por los siguientes docentes:

MsC. María Teresa Valderrama Rojas	Presidenta
Lic. Janet Mamani Ramos	Secretaria
Ing. Abner Josué Vigo Roldán	Vocal
Mg. Máximo Fidel Baca Neglia	Asesor

Terminada la exposición y la absolución de las preguntas del Jurado Evaluador, se invita a los Bachilleres y al público en general se retiren del Auditorio para las deliberaciones del caso.

Luego de las deliberaciones el Jurado Evaluador acuerda **APROBAR POR UNANIMIDAD**, no habiendo observación alguna con el Calificativo de **MUY BUENO** da por terminado el acto de exposición.

En señal de conformidad firman el Jurado Evaluador y Asesor, siendo las 13:20 horas del día 19 de diciembre de 2016.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
OFICINA DE SECRETARIA GENERAL

EL SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO suscribe, CERTIFICA: Que la presente es copia fiel del original. Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado (a) para los fines que juzgue conveniente

MsC. María Teresa Valderrama Rojas *Presidenta*
Lic. Janet Mamani Ramos *Secretaria*

Callao, ...24 de FEB. 2017... del 20...

Ing. Abner Josué Vigo Roldán *Vocal*
Mg. Máximo Fidel Baca Neglia *Asesor*

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Oficina de Secretaría General

Lic. César Guillermo Jauregui Villalvarte
Secretario General

INFORME N° 01-2016-PJEST

PARA: MsC. Teresa Valderrama Rojas
Decana FIARN-UNAC

De: MsC. Teresa Valderrama Rojas
Presidenta del Jurado Evaluador de Sustentación de Tesis

Asunto: Sustentación de tesis de los bachilleres:
- Jack Pether Chambi Rojas
- Sandy Yesenia Escobedo Díaz
- Melissa Janeci Güere Rupay

Fecha : Bellavista, 19 de Diciembre de 2016

Sirva el presente para saludarlo muy cordialmente, al mismo tiempo informar a usted sobre el Acto de Sustentación de la tesis titulada **DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES PARA SU DISPOSICIÓN EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. CASO: EMPRESA LÁCTEA P&D ANDINA ALIMENTOS S.A. PARA SU PROCESO UHT**, efectuada por los bachilleres Jack Pether Chambi Rojas, Sandy Yesenia Escobedo Díaz, Melissa Janeci Güere Rupay, en cumplimiento a la Resolución N°0620-2016-D-FIARN de fecha 13/12/2016, sobre el particular informo:

1- El acto de Instalación del Jurado se llevó a cabo en el Auditorio de la Facultad el día lunes 19/12/2016 a partir de las 12:20 horas en presencia de los miembros del Jurado Evaluador conformado por los docentes:

MsC. María Teresa Valderrama Rojas	Presidenta
Lic. Janet Mamani Ramos	Secretaria
Ing. Abner Josué Vigo Roldan	Vocal

Asimismo, estuvo presente el docente Mg. Máximo Fidel Baca Neglia en calidad de asesor.

2- A partir de las 12:30 horas, se dio inicio a la sustentación de la Tesis a cargo de los bachilleres Jack Pether Chambi Rojas, Sandy Yesenia Escobedo Díaz, Melissa Janeci Güere Rupay, luego de la exposición de cada uno de ellos se llevaron a cabo las rondas de preguntas respectivas, que fueron contestadas satisfactoriamente por los bachilleres.

3- Terminada la exposición y las rondas de preguntas, se invitó a los Bachilleres y público en general a retirarse del Auditorio a fin de efectuar la calificación, luego de las deliberaciones pertinentes el Jurado Evaluador acuerda **APROBAR** por unanimidad y otorgar el calificativo de **MUY BUENO**, en consecuencia da por terminado el acto de sustentación a las 13:20 horas, firmando las actas correspondientes.

Es todo cuanto debo informar, sin otro particular me despido de usted.

Atentamente,



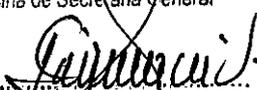
MsC. María Teresa Valderrama Rojas
Presidenta del Jurado Evaluador

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
OFICINA DE SECRETARÍA GENERAL

SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO que suscribe **CERTIFICA**: Que la presente es copia fiel del original. Se expide la presente certificación a solicitud del interesado (a) para los fines que juzgue convenientes.

Callao, **24** de **FEB 2017** del 20
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Oficina de Secretaría General




Lic. César Guillermo Jáuregui Villafuerte
Secretario General

DEDICATORIA

Dedicamos el presente trabajo:

A Dios, por habernos dado la sabiduría y fortaleza para que fuera posible alcanzar esta meta.

A nuestros padres y hermanos, por su confianza, paciencia y apoyo incondicional en el transcurso de nuestro desarrollo profesional.

A todos aquellos que de manera directa e indirecta contribuyeron a la realización de la presente tesis.

AGRADECIMIENTO

A nuestra casa de estudio la Universidad Nacional del Callao por habernos permitido formarnos profesionalmente y en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso.

A cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao por sus conocimientos y experiencias compartidas durante el proceso de formación profesional.

Finalmente un agradecimiento muy especial al Mg. Máximo Fidel Baca Neglia, quien a pesar de las múltiples funciones que desempeña como Docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, aceptó la designación como asesor del presente trabajo de investigación; gracias por sus acertadas observaciones y sugerencias contribuidas para que el presente trabajo de investigación cumpla con el objetivo planteado.

Bach. Jack Pether Chambi Rojas

Bach. Sandy Yesenia Escobedo Díaz

Bach. Melissa Janeci Güere Rupay

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I.....	10
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.1. Identificación del problema.....	10
1.2. Formulación del problema.....	10
1.3. Objetivos de la investigación:.....	11
1.3.1. Objetivo General.....	11
1.3.2. Objetivos Específicos	11
1.4. Justificación.-	11
1.4.1. Legal.....	11
1.4.2. Ambiental	12
1.4.3. Económico.....	12
1.4.4. Tecnológico.....	13
1.5. Importancia	13
CAPÍTULO II	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes.-	14
2.2. Marco conceptual.-.....	18
2.3. Proceso UHT.....	22
2.4. Operaciones Auxiliares en la Industria Láctea que genera los efluentes industriales.....	24
2.5. Caracterización de los efluentes industriales.....	26

2.6. Parámetros de control para la disposición final de los efluentes industriales de acuerdo a la normatividad vigente Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA.....	27
2.7. Marco Legal	29
2.8. Operaciones Unitarias del Sistema de Tratamiento.-.....	31
2.9. Selección del tratamiento para los efluentes industriales.....	46
2.10.Estructura General de la Planta de Tratamiento.-.....	47
2.11.Cálculo de la Remoción de los Parámetros de control que determinan la calidad del efluente industrial.-.....	68
2.12.Consideraciones para la Remoción de los Parámetros de control que determinan la calidad del efluente industrial.....	70
2.13.Definición de términos básicos	71
CAPITULO III	74
HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	74
3.1 Hipótesis General.....	74
3.2 Variables de la Investigación.....	74
3.3 Operacionalización de las Variables.....	75
CAPITULO IV.....	77
METODOLOGÍA.....	77
4.1. Tipo de investigación.....	77
4.2. Población y muestra.....	77
4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	78
Técnica documental.....	78
Trabajo de campo	79
4.4. Caracterización del efluente industrial.....	79
4.5. Selección del Sistema de Tratamiento.	80
4.6. Diseño de la Planta de Tratamiento de efluentes industriales.....	82
4.7. Remoción de los Parámetros Contaminantes.....	118

4.8. Procedimiento de recolección de datos	119
4.9. Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	120
CAPITULO V.....	121
RESULTADOS.....	121
5.1. Caracterización de las aguas residuales industriales.....	121
5.2. Selección del Sistema de Tratamiento.	123
5.3. Diseño de la Planta de tratamiento de efluentes industriales.....	126
5.3.1. Parámetros de Diseño.....	126
5.3.2. Tratamiento Físico.-.....	127
5.3.3. Tratamiento Biológico.-.....	129
5.3.4. Remoción de Parámetros que determinan la calidad del agua residual industrial.....	131
CAPÍTULO VI.....	133
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	133
6.1. Caracterización de las aguas residuales.	133
6.1.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno	133
6.1.2. Sólidos Sedimentables.....	133
6.1.3. Sólidos Suspendidos Totales.....	134
6.1.4. Aceites y grasas (A y G).....	135
6.1.5. Demanda Química de Oxígeno.....	135
6.1.6. Temperatura.....	136
6.1.7. Potencial de Hidrógeno (pH).....	136
6.2. Selección del Sistema de Tratamiento..	137
6.3. Diseño de la Planta de Tratamiento de Efluentes industriales	138
6.4. Remoción de los parámetros contaminantes en la PTAR.....	138
6.5. Eficiencia de Remoción de Parámetros Contaminantes en la Planta de Tratamiento.....	139

6.6. Comparación con otras Experiencias de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales	142
CAPITULO VII.....	146
CONCLUSIONES.....	146
CAPITULO VIII.....	148
RECOMENDACIONES.....	148
CAPITULO IX.....	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	150
CAPITULO X.....	154
APÉNDICE	154
CAPITULO XI.....	180
ANEXOS	180

TABLAS DE CONTENIDO

- TABLA N° 2.1:** Metodología de ensayo según parámetros.
- TABLA N° 2.2:** Tipos de rejas según su separación.
- TABLA N° 2.3:** Tipos de rejas según su inclinación.
- TABLA N° 2.4:** Criterios de biodegradabilidad.
- TABLA N° 2.5:** Tipos de tratamiento para los efluentes industriales.
- TABLA N° 2.6:** Información típica de rejas de barra de limpieza manual y mecánica
- TABLA N° 2.7:** Solubilidad del aire en el agua en función de la T°.
- TABLA N° 2.8:** Procesos de lodos activados en función de la relación alimento / microorganismos (F/M).
- TABLA N° 2.9:** Parámetros de diseño para los procesos de Lodos Activados.
- TABLA N° 2.10:** Parámetros biocinéticos típicos de distintas aguas residuales.
- TABLA N° 2.11:** Porcentaje de remoción en comparación con otros tipos de tratamiento.
- TABLA N° 2.12:** Porcentaje de remoción por tipo de tratamiento físico.
- TABLA N° 2.13:** Porcentaje de remoción por tipo de tratamiento biológico.
- TABLA N° 4.1:** Relación de fuentes y medios de consulta.
- TABLA N° 4.2:** Relación de materiales y equipos de trabajo de campo.
- TABLA N° 4.3:** Descripción del punto de monitoreo.
- TABLA N° 4.4:** Metodología de ensayo según parámetros.
- TABLA N° 4.5:** Datos del caudal medio en un periodo de tiempo.
- TABLA N° 4.6:** Dimensiones de la cámara de saturación.
- TABLA N° 4.7:** Datos disponibles de sedimentación.
- TABLA N° 4.8:** Valores Límites del flujo de sólidos para diferentes concentraciones de lodo del fondo.
- TABLA N° 4.9:** Valores obtenidos de diferentes relaciones de recirculación.
- TABLA N° 4.10:** Resumen de los datos obtenidos.
- TABLA N° 5.1:** Caudal en el punto de control.

- TABLA N° 5.2:** Resultados de laboratorio.
- TABLA N° 5.3:** Resultados de pH y T° obtenidos en el PTO1.
- TABLA N° 5.4:** Resultados de cálculos de la reja.
- TABLA N° 5.5:** Resultado de cálculos del tanque de regulación de caudal.
- TABLA N° 5.6:** Resultados de cálculos de la cámara de presurización.
- TABLA N° 5.7:** Resultados de cálculos del tanque de flotación.
- TABLA N° 5.8:** Resultados de cálculos del tanque de aireación.
- TABLA N° 5.9:** Resultados de cálculos del tanque de sedimentación.
- TABLA N° 5.10:** Resultados de los parámetros de control en el tratamiento físico.
- TABLA N° 5.11:** Resultados de los parámetros de control en el tratamiento biológico.
- TABLA N° 6.1:** Remoción de elementos contaminantes en la planta de tratamiento y logro de objetivos.
- TABLA N° 6.2:** Comparación de las eficiencias obtenidas en diversas plantas de tratamiento.
- TABLA N° 10.1:** Frecuencia de monitoreo.
- TABLA N° 10.2:** Preservación de muestras por tipo de tratamiento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer el diseño de una planta de tratamiento de efluentes industriales para la Empresa Láctea del proceso UHT que permita la disposición final de las aguas tratadas cumpliendo con la normatividad vigente, como el Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA y su Reglamento Decreto Supremo N°003-2011-VIVIENDA. La metodología empleada consistió en la ubicación del punto de aforo de los efluentes industriales, donde se realizó el monitoreo de dichos efluentes, determinando las características de los parámetros físicos, químicos y biológicos, siendo estos: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Sedimentables (SS), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Aceites y Grasas (AyG), Temperatura y pH; así mismo para la selección del sistema de tratamiento se tomaron en cuenta los siguientes criterios: disponibilidad de terreno, biodegradabilidad y tipo de tratamiento.

A partir de los parámetros analizados se obtuvo los siguientes resultados: 823,4 mg/L (DBO_5), 1235 mg/L (DQO), 25,1 mL/L/h (SS), 148,8 mg/L (SST), 45,4 mg/L (AyG); para la selección del sistema de tratamiento se optó por el sistema de lodos activados el cual estará constituida por las siguientes unidades: rejas, tanque de regulación de caudal, flotación por aire disuelto, tanque de aireación y tanque de sedimentación y con una capacidad final de tratamiento de 0,75 L/s.

Por lo cual concluimos que con el diseño propuesto se logrará disminuir los valores de los parámetros de los efluentes industriales que superan los Valores Máximos Admisibles (VMA) según la normatividad vigente y así poder disponer las aguas tratadas al sistema de alcantarillado sanitario.

ABSTRACT

This research paper covers the problem of establishing an appropriate design for a treatment plant that allows treating industrial effluents generated by the Dairy Company P&D Andina Alimentos S.A for UHT process, that allows the disposal of treated water in compliance with current standards stated in the Supreme Decree No. 021-2009-VIVIENDA; and its Rules Supreme Decree N°003-2011-VIVIENDA. The used methodology consisted of Location of gauging point for industrial effluents, where the monitoring has been made of these effluents, determining the features of physical, chemical and biological parameters, that are: Biochemical Oxygen Demand (BOD_5), Chemical Oxygen Demand (COD), Settleable solids (SS), Total Suspend Solids (TSS), Oils and Fats (O and F), Temperature and pH; likewise for the selection of treatment has been considered the following criteria: availability of land, biodegradability and type of treatment.

To start, the assessed parameters was obtained the following results: 823,4 mg/L (DBO_5), 1235 mg/L (DQO), 25,1 mL/L/h (SS), 148,8 mg/L (TSS), 45,4 mg/L (O and F); the selection of treatment system was opted for activated sludge system that would be established for the following units: grilles, flow regulation tank, dissolved air flotation, aeration and sedimentation tank with a final treatment capacity of 0,75 L/s.

To sum up, the design proposed would get to reduce the values of parameters of industrial effluents which overcome Maximum Admissible Values (MAV) according to current standards stated and so that they can dispose treated water to sanitary sewage system.

INTRODUCCIÓN

Entre los problemas ambientales que van en aumento en el Perú tenemos la contaminación de las aguas residuales industriales, generadas por las diversas industrias. Éstas generan aguas residuales muy variables en cantidad y en concentración de elementos contaminantes.

Las aguas residuales procedentes de la Industria Láctea contienen gran cantidad y alta concentración de elementos contaminantes: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (STS), Sólidos Sedimentables (SS), pH, Temperatura, aceites y grasas, entre otros. En muchas ocasiones realizan sus vertimientos en las redes de alcantarillado sanitario, lo cual origina problemas en éstas. Ante estos problemas se promulgaron en los últimos años leyes y reglamentos para regular las descargas de aguas residuales industriales en el sistema de alcantarillado sanitario.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivos: caracterizar los efluentes industriales, seleccionar la alternativa de tratamiento que mejor se aplica a estas aguas residuales, determinar los parámetros de diseño para la planta de tratamiento y diseñar la planta de tratamiento de efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.

Cabe mencionar que la empresa P&D Andina Alimentos S.A. nos facilitó datos e información para el desarrollo del presente trabajo de investigación; también permitió realizar tomas de muestras necesarias de los efluentes industriales que se generan en su tipo de proceso UHT.

Finalmente, en el presente trabajo de investigación se realizó el diseño adecuado de la planta de tratamiento de efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT a partir de los objetivos alcanzados, logrando de manera satisfactoria cumplir con la calidad de agua para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario según la normatividad vigente Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su Reglamento vigente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema.- La Industria Láctea es una de las industrias de mayor generación de efluentes industriales en cuanto a volumen y calidad. Estos efluentes industriales se caracterizan por poseer una gran cantidad de materia orgánica, sólidos sedimentables, variabilidad de pH y temperatura que superan los Valores Máximos Admisibles (VMA), debido a que en sus procesos utilizan gran cantidad de agua, requerida en la etapa de lavado, limpieza y desinfección; por ello se hace necesario la introducción de alternativas para reducir las cargas contaminantes de los efluentes industriales de esta industria.

La problemática de la Empresa Láctea del proceso Ultra High Temperature (UHT) es la descarga de sus aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario, por lo que deben cumplir con los VMA establecidos en la normatividad vigente.

El presente trabajo de investigación busca seleccionar y diseñar un sistema de tratamiento de efluentes industriales que permita obtener un efluente con las características que exige la normatividad vigente para la descarga de aguas residuales industriales en el sistema de alcantarillado sanitario.

1.2. Formulación del problema.- Con el fin de realizar el presente trabajo de investigación nos formulamos el problema a modo de pregunta:

¿Cuál es el diseño adecuado de una planta de tratamiento que permita tratar los efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario?

1.3. Objetivos de la investigación:

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una planta de tratamiento de efluentes industriales para la Empresa láctea del proceso UHT que permita la disposición final de las aguas tratadas cumpliendo con la normatividad vigente (Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los efluentes industriales en los aspectos físicos, químicos y biológicos.
- Seleccionar la alternativa de tratamiento que mejor se aplica a los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.
- Determinar los parámetros de diseño para una planta capaz de dar tratamiento a los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.
- Diseñar la planta de tratamiento de efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.

1.4. Justificación.-

1.4.1. Legal.- Según el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, es decir el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, las empresas están en la obligación de implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales, cuando sus descargas excedan los VMA establecidos por esta norma legal Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, por lo que la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A deberá tratar las aguas residuales generadas en su proceso UHT debido a que la concentración de los parámetros que presentan sus efluentes industriales exceden los VMA, una vez tratados estos efluentes serán dispuestos en el sistema de alcantarillado sanitario.

1.4.2. Ambiental.- La Industria Láctea es una de las industrias de mayor generación de efluentes industriales. Estos efluentes industriales se caracterizan por poseer una gran cantidad de materia orgánica, sólidos sedimentables, variabilidad de pH y temperatura.

Estos efluentes industriales traen efectos negativos para el medio ambiente, ya que al descargar las aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario pueden perjudicar el funcionamiento de las mismas. En ese sentido se justifica la necesidad de introducir alternativas de tratamiento para reducir las cargas contaminantes de las aguas residuales industriales, el cual disminuirá el impacto ambiental generado por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A al momento de descargar sus aguas residuales industriales en el sistema de alcantarillado sanitario.

En nuestro país se ha legislado que las plantas de tratamiento tengan la capacidad de tratar los efluentes combinados industriales y/o domésticos en forma homogénea previos a su disposición final, de cara a esta realidad no se deben descargar de manera directa las aguas residuales industriales a los cuerpos receptores y/o sistema de alcantarillado, ya que están asociados a la contaminación ambiental de estos. Por esta razón el presente trabajo de investigación propone una alternativa para las plantas de tratamiento que descargan sus aguas residuales industriales directamente al cuerpo receptor debido a que no cuentan con un sistema de alcantarillado.

1.4.3. Económico.- Las descargas de las aguas residuales industriales al sistema de alcantarillado sanitario está relacionado al pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA, las cuales deberán ser solventadas a la entidad competente, problema que se manifiesta a gran escala en la empresa láctea. Por lo que el

presente trabajo de investigación busca seleccionar el sistema de tratamiento que permita disminuir la concentración de los parámetros que exceden los VMA, por consiguiente la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A evitará el pago adicional de acuerdo a lo mencionado anteriormente.

1.4.4. Tecnológico.- El presente trabajo de investigación nos permitió lograr una propuesta tecnológica que pueda adaptarse a otras industrias a nivel nacional que no cuentan con un sistema de tratamiento de sus efluentes industriales.

1.5. Importancia.-

La necesidad de llevar a cabo el presente trabajo de investigación surge a partir de la problemática actual que presentan las industrias al generar efluentes industriales que son vertidos directamente al sistema de alcantarillado sanitario sin un previo tratamiento de dichos efluentes, causando el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria y funcionamiento de los sistemas de alcantarillado, por lo que al implementar el diseño de la planta de tratamiento de efluentes industriales permitirá reducir la concentración de los parámetros que exceden los VMA y luego poder ser vertidos al sistema de alcantarillado sanitario.

El presente trabajo de investigación a través de la información recolectada y los nuevos conocimientos adquiridos en el proceso de investigación, nos permitió llevar a cabo el cumplimiento del objetivo del presente trabajo de investigación, por consiguiente obtener nuestro título profesional lo cual contribuirá de forma indirecta a la acreditación de nuestra facultad al proporcionar un proyecto de investigación viable para su implementación en otras plantas de similar características y/o línea de producción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.-

2.1.1. En la investigación titulada **“Caracterización de los Sistemas de Tratamiento de Riles en la Industria Lechera y Propuestas de Mejora”**¹, el objetivo de este proyecto es la búsqueda de técnicas eficaces que puedan contribuir a mejorar los sistemas de producción, reduciendo significativamente los impactos ambientales que provoca la eliminación de desechos generados por la industria lechera, a su vez se centra en evaluar cómo se encuentran operando los sistemas de tratamiento de residuos industriales líquidos (riles), con el fin de aportar nuevas propuestas tecnológicas para mejorar los sistemas existentes.

Se determinó que pese a que todas las industrias utilizan operaciones unitarias o sistemas similares, ninguno de los tratamientos es idéntico al otro; de la misma forma se observó, que las plantas productivas de una misma industria presentan diferentes sistemas.

2.1.2. En la tesis titulada **“Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lácteos “Pillaro” ubicada en el Cantón Pillaro- Tungurahua”**², estableció que debido al impacto que genera el vertimiento de las aguas al ambiente, la industria de Productos lácteos Pillaro busca una

¹ CASAS CÁRDENAS FRANCISCO JAVIER, **Caracterización de los Sistemas de Tratamiento de Riles en las Industria Lechera y Propuesto de Mejora**. Tesis para obtener el Título Profesional. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile- Facultad de Ciencias Agrarias. 2009.

² LLANOS CAMPAÑA, DANIELA MARÍA, **Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lácteos “Pillaro” ubicada en el Cantón Pillaro- Tungurahua**. Tesis para obtener el Título Profesional. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.2013.

alternativa de no afectar al ambiente por sus actividades, por lo cual está interesada en cumplir los niveles permisibles estipulados en las leyes vigentes. Los objetivos específicos de esta investigación fueron: caracterizar el agua residual proveniente de las descargas de la industria, evaluar los parámetros obtenidos mediante los análisis del agua residual y dimensionar correctamente los procesos de acuerdo a los datos obtenidos y al área de terreno disponible.

En esta investigación consideró de acuerdo a los resultados obtenidos que el diseño de la Planta de Tratamiento de aguas residuales constará de un sistema de rejillas para la remoción de sólidos mayor tamaño, pasando a la siguiente etapa de floculación en la cual se añadirá un coagulante de base de aluminio para acelerar la sedimentación de aquellas partículas más pequeñas, seguidamente el agua pasara a un sedimentador primario para garantizar una mejor remoción, el siguiente proceso a aplicar es el sistema de lodos activados, el cual constará de un sistema de aireación y un sedimentador secundario, por último se procedió a la etapa de digestión y secado de lodos para de esta manera certificar una correcta descarga de lodos los cuales podrían ser empleados como abono.

2.1.3. En la tesis titulada “Caracterización y diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la industria de productos lácteos Agraria El Escorial con fines de reúso agrícola”³, el objetivo principal fue la reducción de materia orgánica del efluente, a fin de que se encuentre dentro de la norma de calidad según regía en ese momento, para el uso en los campos de cultivo, el cual

³ ESCRIBA SULCA, JESÚS JOSÉ. **Caracterización y diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la industria de productos lácteos Agraria El Escorial con fines de reúso agrícola**. Tesis para obtener el Título Profesional. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 1994.

consiste en el diseño de una planta de tratamiento de dichos efluentes.

En el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de origen lácteo se trató alta carga de DBO, DQO, coliformes fecales y totales, aceites y grasas así como sólidos suspendidos y pH variable. En las conclusiones de esta tesis se logró el objetivo de disminuir y regular todos los parámetros, conforme a la normativa que se regía en ese momento, así como la realización de una evaluación de costos sobre la construcción y puesta en marcha de la planta de tratamiento.

2.1.4. En la tesis titulada **“Rediseño la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Industria Láctea Proleca LTDA Cartagena”⁴**, estableció que debido al gran impacto que produce el vertimiento de aguas residuales en el sistema de alcantarillado y a su vez en acuíferos, los objetivos específicos de esta investigación fueron: realizar un diagnóstico de las aguas residuales generadas por la Industria Láctea, caracterizando el agua a tratar y elaborando un sistema de monitoreo teniendo en cuenta los diferentes parámetros a seguir: DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), pH, temperatura, NKT, sólidos suspendidos, SSH (Sólidos Suspendidos en Hexano), entre otros, permitiendo un seguimiento constante de estos.

En esta investigación se implementó la combinación de tratamientos físicos con tratamiento biológico.

Los resultados de esta investigación, mostraron la reducción del 80% en la carga de los contaminantes, los sólidos suspendidos totales disminuyeron en un 20%, la demanda bioquímica de oxígeno

⁴ PAEZ OSORIO, RAÚL LUIS. **Rediseño la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Industria Láctea Proleca LTDA Cartagena**. Tesis para obtener el Título Profesional. Cartagena. Universidad de Cartagena. 2011.

(DBO) se redujo en 50%, la demanda química de oxígeno (DQO) en un 40%, NT (Nitrógeno Total) en un 60% y el fósforo total en un 40% respecto a la etapa posterior al rediseño. Todo lo anterior represento para la empresa la reducción en el pago de las tasas retributivas por vertimientos de efluentes al alcantarillado y la aplicación de un método eficiente de tratamiento que cumple con las exigencias de las normas vigentes.

2.1.5. En la tesis titulada **“Descripción y Análisis Comparativo de los Sistemas de Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos en la Industria de Alimentos en Valdivia”**⁵, estableció como objetivo describir los distintos sistemas de tratamiento de residuos líquidos que actualmente utilizan las industrias, en el marco de la normativa vigente.

A través de este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

En relación a las deficiencias detectadas se puede señalar que la mayoría tiene que ver con problemas de diseño, lo que se podría mejorar de forma significativa con algunas medidas de manejo y cambios en el diseño de los sistemas de tratamiento.

(...) Se puede evaluar en algunas empresas la posibilidad de mejorar los sistemas de homogenización, teniendo en cuenta que ésta es una etapa fundamental para una adecuada eficiencia de los sistemas de tratamiento.

(...) El proceso DAF (Difusión por aire disuelto) debe ser instalado al inicio del sistema de tratamiento de residuos industriales líquidos, ya que otorgan las condiciones al agua residual para que puedan someterse a posteriores tratamientos secundarios.

⁵ ALTANER MORAGA, RICARDO ANDRÉS. **Descripción y Análisis Comparativo de los Sistemas de Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos en la Industria de Alimentos en Valdivia**. Tesis para obtener el Título Profesional. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 2009.

(...) La utilización de tratamientos secundarios es una alternativa a los clásicos tratamiento primarios; ya que no eran utilizados para el tratamiento de residuos industriales líquidos en las industrias visitadas.

2.1.6. En el proyecto titulado “**Estación depuradora de aguas residuales de una industria láctea**”⁶, se estableció las características de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales de la industria láctea para fines de riego de áreas verdes, así como cumplir con valores estándares de efluentes de la normativa legal y evitar la carga a las plantas de tratamiento para uso poblacional.

Según a lo establecido en dicho proyecto, se tomó en cuenta que se diseñará una planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activos con tratamiento terciario, el cual asegurará que el agua tratada sea para riego de pastos, dentro de lo establecido en la normativa.

Se estableció dentro del diseño la construcción de rejillas de desbaste y un tamiz, asegurando que todos los sólidos provenientes de la central lechera sean atrapados; así como en el proceso de coagulación y neutralización para dar las condiciones necesarias al proceso biológico, finalmente en el proceso de tratamiento terciario se realizó una desinfección para asegurar que el efluente sea el apropiado para el uso de riego.

2.2. Marco conceptual.-

2.2.1. Aguas residuales industriales y tipos.- Las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial en cuyo proceso de producción, transformación o

⁶ GANDARILLAS PRIETO, LARA; SANCHEZ MOYA, TAMARA; SERRANO VIEDMA, RAQUEL. **Estación Depuradora de aguas residuales de una industria láctea.** Proyecto de estudio. Cantabria, España. Escuela de Organización Industrial. 2009.

manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje.

Según el Reglamento del D.S N° 021-2009 VIVIENDA se considera a las aguas residuales industriales con la denominación de aguas residuales no domésticas, definiéndolas como:

“Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industria, distintos a los generados como producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos.”

Según sus vertidos se pueden agrupar las industrias en:⁷

- Industrias con efluentes principalmente orgánicos: papeleras, azucareras, mataderos, curtidos, conserveras, lecherías y subproductos, fermentaciones, preparación de productos alimenticios, bebidas y lavanderías.
- Industrias con efluentes orgánicos e inorgánicos: refinерías y Petroquímicas, coquerías, químicas y textiles.

Cada tipo de actividad industrial, según el proceso, vierte un agua residual caracterizada por una contaminación tipo determinada. De modo general se conocen los parámetros característicos de cada una de ellas, pero es precisa su determinación detallada para valorar su tratamiento y VMA posterior a su incidencia en el medio receptor.

En resumen, las contaminaciones básicas, según el tipo de industria son:

- Industria lechera: concentración de materia orgánica.
- Industria petroquímica: concentración de materia orgánica, aceites, fenoles, amoníaco y sulfuros.

⁷ REVISTA AMBIENTUM, **Clasificación de aguas Residuales Industriales**. Disponible en: <http://www.ambientum.com/revista/artaguas.htm>

- Industria del curtido: alcalinidad, concentración de materia orgánica, materia en suspensión, materia decantable, sulfuros y cromo.
- Industria papelera: color, concentración de materia orgánica, materia en suspensión, materia decantable y pH.

Clasificación del Agua Residual Láctea. -Debido a los distintos procesos llevados en las industrias lácteas se puede clasificar al efluente generado de la siguiente manera:

- **Agua de proceso:** Es el agua que interviene en el proceso de fabricación y que entra en contacto con el producto a transformar.
- **Agua de Limpieza de equipos e instalaciones:** Indispensable para la industria de alimentos para garantizar la higiene general requerida.

Caracterización de Agua Residual Láctea.- La caracterización del agua residual proveniente de industrias lácteas es compleja debido a los procesos que cada una realiza, sin embargo varios estudios coinciden en un aumento considerable en diversos parámetros como aceites y grasas, demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos, totales y disueltos, entre otros.⁸

Todo ello depende de la cantidad de leche y suero que se introduzca en el efluente final provocando una mayor carga orgánica contaminante.

Las aguas residuales de las industrias de tratamiento de leche presentan las siguientes características generales:

- Marcado carácter orgánico (elevada DBO₅ Y DQO) ya que la

⁸ LLANOS CAMPANA, DANIELA MARÍA. **Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lácteos "Pillaro" ubicada en el Cantón Pillaro. Tungurahua.** Tesis para obtener el Título Profesional .Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2016 .pág.9.

leche tiene una DBO₅ de 100.000 mg/L.

- Alta biodegradabilidad.
- Presencia de aceites y grasas.
- Altas concentraciones de nutrientes (fosforo y nitratos).
- Presencia de sólidos en suspensión, principalmente en la elaboración de quesos.
- Ocasionalmente pueden tener pH extremo, debido a las operaciones de limpieza.
- Presencia de ácidos y bases debido al uso de materiales de limpieza.

Redes de alcantarillado y desagüe.- Según lo establecido en el artículo 4° del decreto de ley N° 28-60-SAPL se enfoca más en las empresas, prohibiendo la descarga directa a las redes públicas de desagüe de los siguientes tipos de residuos:⁹

- a) Las aguas de lavado de pisos de talleres y fábricas.
- b) Las aguas sobrantes de la construcción civil.
- c) Sustancias volátiles.
- d) Minerales precipitables o solubles.
- e) Los residuos de camales, caballerizas, establos y similares” (SAPL).

“Se permitirá la descarga directa de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, sin pago o sanción alguna, siempre que no excedan los VMA establecidos en los Anexos N°1 y N°2 del Decreto Supremo N° 021-2009–VIVIENDA.”

“No está permitido descargar aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, que sobrepasan los VMA

⁹ DECRETO LEY N° 028-60-SAPL. **Reglamento de desagües industriales.**

establecidos en el Anexo N°2 del Decreto Supremo N° 021-2009–VIVIENDA.”

2.3. Proceso UHT.- El tipo de proceso UHT para la elaboración de leche se detalla a continuación:

- **Recepción.-** Normalmente, el transporte y envío de la leche a la planta de lácteos se realiza en camiones cisternas. Estos tanques son de acero inoxidable.

La cantidad de leche recibida en la planta de lácteos se determina midiendo el volumen o peso de ésta.

- **Almacenamiento.-** Tras la recepción, la leche se suele almacenar en condiciones refrigeradas hasta su entrada en la línea de producción. De esta forma se garantiza la conservación de la leche hasta su tratamiento. Esta medida tiene especial importancia cuando por motivos de suministro la leche debe permanecer almacenada antes de ser tratada.
- **Filtrado.-** Posteriormente se realiza una filtración de la leche con filtros de acero inoxidable para eliminar las partículas más groseras (restos de pajas, arena, polvo) introducido en la leche debido al proceso de ordeño y transporte.
- **Clarificado.-** Luego tiene lugar la clarificación de la leche, donde se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas y aglomerados de proteínas. Esta operación se realiza utilizando centrifugas, que basándose en la fuerza centrífuga, separan las impurezas con un peso específico superior al de la leche.
- **Normalizado.-** Esta operación consiste en obtener una leche con un tenor graso fijo y constante, para lo cual una parte de la grasa de la leche es separada bajo la forma de crema.

La leche procesada en la planta debe tener de 1.5% de grasa por litro de leche, para la leche de bajo contenido en grasa y de un

3% de grasa por litro de leche, para la leche entera normal.

- **Enfriado.**- Debido a que la leche es un producto sumamente perecedero es indispensable someterlo a un enfriamiento a menos de 4 °C para evitar el desarrollo microbiano, para ello se utilizan intercambiadores de calor.
- **Almacenamiento.**- Luego de enfriada la leche es almacenada en tanques de acero inoxidable hasta el momento de ser procesada o seguir el flujo.
- **Tratamiento UHT.**- Este proceso térmico UHT o esterilización a temperaturas ultra- altas, consiste en la aplicación de altas temperaturas durante cortos espacios de tiempo (por lo menos 135°C durante 1 segundo), logrando un efecto germicida muy elevado. Existen varias formas de realizar este tratamiento térmico:
 - Sistemas directos, la esterilización se produce por contacto directo entre el fluido caloportador (vapor de agua) y la leche.
 - Sistemas indirectos, la transferencia de calor se produce a través de una superficie de intercambio, con lo que el fluido caloportador (vapor de agua) no llega a entrar en contacto con la leche.
 - Sistemas mixtos, consistente en una combinación de los dos sistemas anteriormente mencionados. El sistema mixto es el óptimo para conseguir los parámetros de calidad higiénica de la leche.

Se considera que el producto tratado por UHT es estéril y su conservación puede realizarse a temperatura ambiente.

- **Envasado Aséptico.**- El envasado es la última etapa del proceso, que consiste en el llenado de los envases con el producto. El factor más importante es el mantenimiento de las condiciones asépticas durante el envasado para conseguir la conservación del

producto durante un largo periodo de tiempo.

Los envases de cartón como el TetraPack, constituida por seis capas protectoras (polietileno, cartón, aluminio) son especialmente utilizados para la leche UHT.

2.4. Operaciones Auxiliares en la Industria Láctea que genera los efluentes industriales.

Limpieza y desinfección.- La limpieza es la eliminación total de todos los residuos de leche, de sus componentes y de otras impurezas, teniendo que tener lugar una humidificación completa de la superficie sometida a la limpieza al enjuagar finalmente con agua fría¹⁰. El saneamiento es una actividad donde se reduce el número de microorganismos hasta un nivel aceptable lo que hace que se disminuya el riesgo.

La desinfección es la destrucción total de todos los microorganismos patógenos y la reducción de todos los microorganismos no patógenos hasta un nivel tal que no pueda afectar la calidad de los productos lácteos.

El mantenimiento de las condiciones higiénicas en la planta de lácteos exige llevar a cabo estas operaciones de limpieza y desinfección de forma continua, pudiendo llegar a suponer la cuarta parte del tiempo total de trabajo. Estas operaciones suponen la mayor parte del consumo de agua, energía y productos químicos, así como un considerable volumen de aguas residuales.

Los equipos e instalaciones a limpiar suelen ser de acero inoxidable en la planta de lácteos. El acero inoxidable es insensible a las grandes oscilaciones de temperatura, a las elevadas temperaturas y tolerantes a repetidos procesos de limpieza.

¹⁰ SPREER, EDGAR. **Lactología Industrial**. Zaragoza. Editorial Acribia. Segunda Edición. 1991.

Productos de limpieza y desinfección¹¹

- **Productos Alcalinos.-** Los componentes fundamentales de estos productos son el hidróxido de sodio, el hidróxido de potasio, el carbonato sódico, combinados en diferentes proporciones que varían en la concentración o fuerza de alcalinidad. Su acción detergente se debe a que en disolución acuosas (bases) liberan iones hidroxílicos¹². Estos detergentes alcalinos emulsionan las grasas y la saponifican originando jabón y glicerina.
- **Productos Ácidos.-** Los componentes de estos productos suelen ser el ácido nítrico y en menor medida, el ácido fosfórico, ácido clorhídrico. Su acción se debe a los iones de hidrogeno que liberan. Estos detergentes ácidos son los mejores para disolver y eliminar los sedimentos pétreos de las sales de la leche y del agua.
- **Desinfectantes.-** El agua caliente y el vapor, empleados por un tiempo prolongado, cumplen plenamente los requisitos de la desinfección. Su acción del agua es arrastrar los materiales disueltos en solución al mismo tiempo que los materiales suspendidos, incluyendo los componentes de la suciedad. Para ello requiere que los objetos que se van a desinfectar alcancen temperaturas de 70°C para lograr el efecto deseado.
- **Limpieza CIP (Cleaning in Place).-** El procedimiento CIP consiste en la circulación de los productos de limpieza en circuito cerrado en las instalaciones de producción de la planta de lácteos (equipos, tuberías, codos, autodrenaje de equipos, etc.). Este sistema puede ser parcial o totalmente automatizado.

¹¹ UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. MSC. FANNY LUDEÑA URQUIZO, **Curso Tecnología de Leche**. Disponible en: <http://aula.lamolina.edu.pe/mod/forum/search.php?id=767&search=tecnologia+de+leches>.

En la limpieza CIP, la secuencia completa de limpieza suele ser la siguiente:

- Enjuague inicial con agua para la remoción de sedimentos de tamaño de partícula grande, a una temperatura de 70°C durante 15 minutos.
- Lavado con hidróxido de sodio diluido (3% aproximadamente) a una temperatura de 75 a 80°C durante 20 a 30 minutos. Provocando la emulsión de las grasas, que se saponifican en pequeñas cantidades, lo que hace de que sean fácilmente arrastrables.
- Lavado con ácido nítrico diluido (1-2% aproximadamente) a una temperatura de 65 a 70°C durante 20 a 30 minutos. Disolviendo la materia orgánica principalmente de origen proteico.
- Enjuague final con agua para eliminar todos los posibles restos de producto, de hidróxido de sodio o de ácido, a una temperatura de 70°C durante 15 minutos¹³.
- Desinfección siempre y cuando sea necesario.

El agua es la sustancia más importante en el proceso de limpieza ya que constituye el 99% de las soluciones de limpieza y puede contener impurezas. Antes de utilizar el agua es muy importante conocer su calidad, su contenido de microorganismos vivos, su dureza y su contenido en hierro. El empleo de agua muy dura puede reducir la eficacia de la limpieza.

2.5. Caracterización de los efluentes industriales.- La caracterización de los efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT se realizó de la siguiente manera:

¹³ VILLENA L.J. **Contaminación de Industrias Lácteas.** Disponible en: www.insacan.org/racvao/anales/1995/articulos/08-1995-02.pdf

1°-Se tomó la muestra en el punto de descarga del efluente industrial.

2°-Se caracterizó los efluentes industriales según los métodos de ensayos establecidos por la entidad competente

TABLA N° 2.1
METODOLOGÍA DE ENSAYO SEGÚN PARÁMETROS

Ensayo	Método
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	SM 5210 B.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D.
Sólidos Sedimentables	SM 2540 F.
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D.
Potencial de Hidrógeno (pH)	SM 4500 H ⁺ B.
Temperatura	SM 2550 B.
Aceites y grasas	EPA-821-R-10-001, Método 1664.

Fuente: **EPA**: U.S. Environmental Protection Agency.

Nota: **SM**: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012).

2.6. Parámetros de control para la disposición final de los efluentes industriales de acuerdo a la normatividad vigente Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA.

a) **Temperatura.**- La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura a su vez es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad

eléctrica y otras variables fisicoquímicas.¹⁴

El VMA establecido en la normatividad vigente es < 35 °C.

b) Potencial de Hidrógeno (pH).- El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales.

El VMA establecido en la normatividad vigente es 6-9.

c) Sólidos Suspendidos Totales (SST).- Son partículas orgánicas o inorgánicas que son retenidas por una fibra de vidrio que posteriormente es secada a una determinada temperatura.

El VMA establecido en la normatividad vigente es 500 mg/L.

d) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).- Es la medida de la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).¹⁵

El VMA establecido en la normatividad vigente es 500 mg/L.

e) Demanda Química de Oxígeno (DQO).- Es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio.

El VMA establecido en la normatividad vigente es 1000 mg/L.

¹⁴ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 71.

¹⁵ DECRETO SUPREMO N°003-2011-VIVIENDA. **Reglamento Nacional para la Aprobación de los VMA de las Aguas Residuales No Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario.**

f) Aceites y Grasas (AyG).- Son sustancias insolubles en agua y en líquidos menos densas que ella y solubles con disolventes orgánicos tales como nafta, éter, benceno y cloroformo, permaneciendo en la superficie de las aguas residuales dando lugar a la aparición de natas y/o espumas.

El VMA establecido en la normatividad vigente es 100 mg/L.

g) Sólidos Sedimentables (SS).- Los sólidos sedimentables se determinan como el volumen de sólidos en un litro de desecho que sedimento después de una hora en un cono de IMHOFF. Los resultados se expresan en mililitros hora.¹⁶

El VMA establecido en la normatividad vigente es 8,5 mL/L/h.

2.7. Marco Legal

•**Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.**- La presente norma regula mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de las aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

Los Valores Máximos Admisibles (VMA) son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario; su cumplimiento es exigible por las EPS (entidades prestadoras de servicios de saneamiento), o las entidades que hagan sus veces.

¹⁶ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 59.

• **Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA.-** El presente Reglamento tiene por objetivo regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a los establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA. Es de obligatorio cumplimiento para los usuarios no domésticos que efectúan descargas de aguas residuales o domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario bajo el ámbito de las Entidades Prestadoras de Servicios de Servicios de Saneamiento o las entidades que hagan sus veces en el ámbito nacional.

• **Decreto Supremo N° 001-2015-VIVIENDA.-** En el presente decreto se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009 VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario así como de su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA; es necesario realizar modificaciones en las normas citadas a fin de actualizar la normativa, ajustarla a la realidad del país, de tal forma tal que permita a los prestadores de servicios de saneamiento efectuar una adecuada implementación de estas disposiciones, evitando así el deterioro de las instalaciones, maquinarias, equipos e infraestructura sanitaria, a fin de garantizar la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales.

• **Resolución Consejo Directivo N° 044-2012-SUNNASS-CD.-** En la presente Resolución de Consejo Directivo se aprueba la Directiva sobre los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado no sanitario y modifican el Reglamento General de Supervisión, Fiscalización y Sanción de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento.

• **Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA**¹⁷.- El presente Reglamento Nacional de Edificaciones brinda condiciones generales de las habilitaciones urbanas y edificaciones, por lo que en la presente tesis se tomó en consideración los criterios de diseño de planta de tratamiento de aguas residuales establecidos en la Norma OS.090 del presente reglamento la cual tiene por objetivo principal normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo. El alcance de la norma está relacionado con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

2.8. Operaciones Unitarias del Sistema de Tratamiento.-

2.8.1. Tratamiento Físico.- El tratamiento físico de las aguas residuales se basan en la aplicación de fuerzas físicas que producen cambios en las características y propiedades de dichas aguas.

Está constituido por las siguientes operaciones:

a) Rejas.- Las rejas consisten en un conjunto de barras metálicas, paralelas, de sección regular y con la misma separación entre ellas. Colocadas en un canal de hormigón situadas transversalmente al flujo, para que el agua residual pase a través de ellas quedando de esta forma atrapados los sólidos que poseen un tamaño mayor a la luz entre barrotes con el fin de evitar obstrucciones en líneas o posibles problemas de tipo mecánico; Para hacer fuerte o rígido este sistema se colocan dichas rejas en un marco. Las pérdidas de carga que se producen al circular el agua a través de las rejas dependen de la velocidad de aproximación del agua y de la velocidad de circulación a través del elemento.

¹⁷ DECRETO SUPREMO N°011-2006-VIVIENDA. **Reglamento Nacional de Edificaciones.**

Tipos de rejas.- Las rejas se pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes criterios.

- **Según su sistema de limpieza:**

Rejas de limpieza manual, son empleados en instalaciones pequeñas y, con espaciamiento relativamente grande, son instaladas aguas arriba de rejas mecanizadas, bombas de gran capacidad, etc. En estos casos no se esperan grandes volúmenes removidos, debido a que se destinan a la retención de objetos de grandes dimensiones que podrían dañar esos equipos.¹⁸

Rejas de limpieza mecanizadas, se han venido empleando en las plantas de tratamiento de aguas residuales desde hace años. Este tipo de rejas ha evolucionado a lo largo de los años con el objeto de aumentar las posibilidades de separación de residuos. Este tipo de rejas requiere una labor de mantenimiento muy cuidadosa, motivo por el cual deben ser empleadas cuando es estrictamente necesario.¹⁹

- **Según su abertura o separación entre barras:** Se muestra los tipos de rejas en la tabla siguiente:

TABLA N° 2.2
TIPOS DE REJAS SEGÚN SU SEPARACIÓN

Tipo de rejas	Separación entre barras (mm)
Rejas gruesas	40-100 o mas
Rejas medias	20-40
Rejas finas	10-20
Rejas rotativas muy finas	0,25-2,5

Fuente: CEPIS.

¹⁸ CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. LOTHAR HESS MAX. **Tratamientos Preliminares.** Disponible en: <http://bvspcr.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-04.pdf>

¹⁹ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 511.

- **Según su inclinación de las barras:** Se muestra los tipos de rejillas en la tabla siguiente:

TABLA N° 2.3
TIPOS DE REJAS SEGÚN SU INCLINACIÓN

Tipo de rejillas	Inclinación respecto de la horizontal
Verticales	90°
horizontales	30°-80°

Fuente: CEPIS.

b) Tamices.- Los tamices son equipos para la eliminación de los sólidos en suspensión de gran tamaño, consistentes en hacer pasar el agua a través de una placa perforada con ranuras o perforaciones o bien mediante una malla de acero inoxidable con luz entre 0,5 y 2 mm. Los residuos finos consisten en materiales retenidos en tamices con aberturas inferiores a 15 mm. Los tamices con aberturas entre 2 y 6 mm retienen del 5 al 10 por 100 de los sólidos suspendidos afluentes, mientras los tamices con aberturas entre 0.75 y 1.5mm pueden retener entre el 10 y el 15 por 100, aunque se han obtenido porcentajes de retención mayores. Los residuos finos tienen contenidos de sólidos volátiles que varían entre el 65 y 95 por 100. En comparación con los residuos gruesos, su densidad es ligeramente inferior mientras que la humedad es algo mayor (...) los residuos finos contienen cantidades substanciales de grasas y espumas, razón por la cual requieren similar atención²⁰.

c) Regulación del Caudal.- La regulación del caudal consiste, en amortiguar por laminación las variaciones de caudal, con el objetivo de conseguir un caudal constante o casi constante es una medida que se emplea para superar estas variaciones, y para mejorar la efectividad de los demás procesos de tratamiento de las aguas residuales.

²⁰ SAINZ SASTRE JUAN ANTONIO, *Tecnologías para la Sostenibilidad*. Madrid, Editorial Fundación EOI. Primera Edición 2005.

La regulación es una práctica útil en plantas pequeñas de tratamiento que experimentan variaciones entre los máximos y mínimos caudales y cargas contaminantes efluentes.

Principales ventajas que produce la regulación de los caudales son las siguientes:

- Mejora del tratamiento biológico, ya que eliminan o reducen las cargas de choque, y se consigue estabilizar el pH.
- Mejora la calidad del efluente y del rendimiento de los tanques de sedimentación secundaria al trabajar con cargas de sólidos constantes.
- Incrementa el rendimiento de las plantas de tratamiento que se encuentran sobrecargadas.

d) Flotación.- La flotación es una operación unitaria que se emplea para la separación de partículas sólidas o líquidas de una fase líquida. La separación se consigue introduciendo finas burbujas de gas, normalmente aire, en la fase líquida. Las burbujas se adhieren a las partículas, y la fuerza ascensional que experimenta el conjunto partícula- burbuja de aire hace que suban hasta la superficie del líquido. De esta forma, es posible hacer ascender a la superficie partículas cuya densidad es mayor que la del líquido, además de favorecer la ascensión de las partículas cuya densidad es inferior, como el caso del aceite en el agua.

Cualquier sistema de flotación debe presentar las siguientes características:²¹

- Generación de burbujas de tamaño apropiado en relación con las partículas que se desea remover.
- Adherencia eficiente entre las bolas de aire y las partículas en

²¹ COCEF, USAID, **Actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Juárez, Chihuahua. Anexo A- Procesos de Tratamiento, México, 2004.**

suspensión.

- Separación adecuada del material flotante.

Flotación por aire disuelto.- El sistema DAF, consiste en inyectar al agua a tratar, previa floculación, agua sobresaturada de aire. El agua sobresaturada de aire es la que ha sido sometida a una presión alta y puesta en contacto con aire en esas condiciones para posteriormente pasarla a baja presión, lo que provoca que contenga más aire del que puede disolver, pues según la ley de Henry mientras mayor sea la presión de la mezcla mayor será la capacidad del agua de disolver gases.²²

La flotación consta de varias etapas para que el proceso se lleve a cabo:

- Generación y distribución de microburbujas en el agua por tratar.
- Colisión entre las microburbujas y las partículas suspendidas en el agua.
- Contacto interfacial del sistema partícula/burbuja.
- Arrastre de otras partículas que se encuentran en la trayectoria de los aglomerados que ya se han formado.
- Ascenso del aglomerado a la superficie donde debe removerse.

Descripción de los componentes del sistema DAF

Tanque o cámara de presurización.- En el funcionamiento de los sistemas DAF, el tanque de presurización representa el elemento más importante dentro de este esquema, ya que en él se lleva a cabo el proceso de transferencia de masa que da lugar a la generación de las burbujas de aire.

²² TAPIA ALCARAZ, ARTURO; Dr. CAZARES RIVERA, ENRIQUE. **Comparación de los modelos cinéticos para Flotación con aire disuelto.** Disponible en: <http://www.arturotapia.com/Ingenieria/ArticuloDAF>.

El líquido saturado sale por la parte inferior hacia el tanque de flotación a través de una válvula reductora de presión. El equipo consta de una válvula de flotador para mantener constante el nivel del agua para garantizar el tiempo de contacto, de una válvula de seguridad para expulsar el aire en exceso y mantener la presión requerida de saturación, de un manómetro y válvulas de purga.²³

Cabe mencionar que en el tanque de presurización se puede agregar enzimas. Estas enzimas son biocatalizadores de naturaleza proteica que va a reducir el consumo de energía requerida para el funcionamiento de dicho tanque así como la cantidad de sedimentos producidos durante el proceso.

Tanque de Flotación.- Es una unidad diseñada para permitir la despresurización a presión atmosférica del agua residual presurizada previamente y saturada en aire. Las burbujas que se liberan en la solución del tanque, se elevan hacia la superficie en conjunto con el material suspendido.

A continuación se divide la celda de flotación en dos zonas teóricas para facilitar su estudio:

- **Zona de Reacción.-** corresponde a la región, ya sea sección de tubería o parte del tanque de flotación, en donde entran en contacto las burbujas y las partículas produciéndose su adhesión. Por lo tanto, es de esperarse que estos fenómenos dependan de la turbulencia, tiempo de mezclado y condiciones hidrodinámicas prevalecientes en el área.

Un sistema de flotación por aire disuelto tiene alta eficiencia cuando produce suficientes burbujas de aire que permiten la flotación de todos los sólidos suspendidos presentes en el agua

²³ HUAMANTZIN BALAN, ORTIZ OLIVEROS. **Tratamiento de aguas oleosas por flotación.** Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias del agua. Universidad Autónoma del Estado de México. 2002. pág.153.

residual. Cuanta más pequeña sea la burbuja de aire que puedan producirse, mayor será el número de burbujas producidas por unidad de volumen de gas desprendido, además el tamaño de la burbuja está controlado principalmente por la diferencia de presión a través del sistema de inyección y por el tipo de válvula de inyección.

La creación de microburbujas en el proceso DAF se realiza a través de los siguientes pasos:

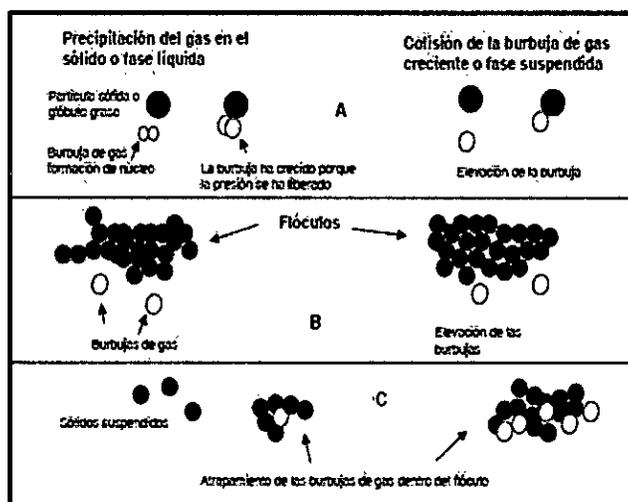
- Presurización de un flujo de agua.
- Disolución de aire en dicho flujo, sobresaturándolo, respecto a condiciones normales de presión.
- Despresurización a presión atmosférica, con lo que el exceso disuelto por encima del de saturación se libera en forma de microburbujas.

La función de las burbujas son las siguientes:

- a) Constituyen el centro activo para facilitar la fijación de las partículas sólidas o coloidales. Favorecen el transporte de los aglomerados hacia la superficie.
- b) Disminuyen la densidad del aglomerado con respecto al medio acuoso y facilita su ascensión o flotación.
- c) La captación de aire en el flujo principal, es decir, el tamaño de la burbuja aumenta debido a la posibilidad de transporte de materia desde el flujo de alimentación hacia las burbujas.
- d) La coalescencia entre las burbujas, ésta ocurre en la zona de reacción debido a la turbulencia que facilita la interacción entre las burbujas. Éste se considera el fenómeno dominante de su crecimiento.

FIGURA N°2.1

MECANISMOS DE CONTACTO ENTRE LAS BURBUJAS-
PARTÍCULAS DE SUSPENSIÓN EL SISTEMA DAF



Fuente: CASAS, F, 2009, pág, 22

Velocidad ascensional de las burbujas

Para conseguir el máximo de colisión y agregación entre burbujas de aire y partículas, la burbuja debe ascender en condiciones de flujo laminar, con el propósito de evitar el desbordamiento de los flóculos como puede ocurrir en el régimen turbulento. Cuando más pequeña sea el tamaño de la burbuja, menor será la velocidad ascensional de la misma.

El tiempo de retención depende principalmente de la velocidad ascensional de las burbujas y se considera un factor crítico que afecta directamente el dimensionamiento de los tanques de flotación y presión.

- **Zona de Separación o Clarificación**, que representa la región donde las condiciones del sistema burbuja-partícula son favorables para su ascensión a la superficie, produciendo la clarificación del efluente.

2.8.2. Tratamiento Biológico.- El tratamiento Biológico se basa en la utilización de los microorganismos existentes en las aguas residuales, para disminuir la materia orgánica que llevan consigo.

En caso de las aguas residuales industriales, el principal objetivo es la reducción de la concentración de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. A menudo, puede ser necesario llevar a cabo un pre tratamiento previo, debido a la potencial toxicidad de estos compuestos para los microorganismos.

a) Lagunas de estabilización.- Las lagunas de estabilización son estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual.

Ventajas²⁴

- Poseen un bajo costo de operación y mantenimiento debido al diseño y operación simple.
- Generalmente no requieren tratamiento preliminar o primario por lo que el control de la descarga puede eliminar la necesidad de un tratamiento adicional.

Desventajas

- Requieren grandes espacios.
- Pueden necesitar revestimiento de poca permeabilidad para proteger las aguas subterráneas.
- El olor que se origina en el tratamiento puede convertirse en un problema.

²⁴ BIBLIOTECA VIRTUAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL. **Sección 5. Diseño de plantas comunes de tratamiento de efluentes para aguas residuales industriales no peligrosas.** Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/resipeli/preven/web/filespdf/sec5.pdf>

b) Lagunas Aireadas.- Estanque para el tratamiento de aguas residuales en el cual se inyecta oxígeno por acción mecánica o difusión de aire comprimido.

Ventajas

- Requieren un área de tamaño y volumen relativamente pequeños.
- Libre de olores.
- Alto grado de tratamiento.

Desventajas

- Costo más elevado de operación y mantenimiento que cualquier otro sistema.

c) Lagunas Anaerobias.- Estanque con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en la ausencia de oxígeno. Este tipo de laguna requiere tratamiento posterior complementario.

Ventaja²⁵

- Bajo costo, se requiere de áreas reducidas.
- Buen rendimiento para el tratamiento de aguas residuales con altas concentraciones de materia orgánica.
- Eficiencia probada en el tratamiento de una variedad de aguas residuales industriales biodegradables.

Desventaja

- El proceso es sensible a factores ambientales como temperatura y pH.
- El proceso es sensible a factores operativos como variaciones bruscas de carga.
- Tiene un aspecto poco agradable y condiciones estéticas

²⁵ BIBLIOTECA VIRTUAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL. **Curso Práctico sobre lagunas de estabilización.** Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/curso/JVLag-ana.pdf>

desfavorables (formación de natas, inciden en el mantenimiento).

- El efluente del proceso tiene alto contenido de materia orgánica y color.
- Emanaciones de malos olores ocasionales, en especial en los primeros años de operación.
- Se deben construir a distancias considerables de los límites urbanos.
- Requiere de limpieza de lodos más frecuentemente.

d) Lagunas Facultativas.- Estanque cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa existe una simbiosis entre algas y bacterias en presencia de oxígeno, y en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia.

Ventajas

- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- Alto grado de tratamiento.

Desventajas

- Requiere un área de gran tamaño y volumen.
- Presencia de posibles olores.

En el presente trabajo de investigación la implementación de lagunas no fue una propuesta viable debido a que según lo descrito anteriormente en las desventajas en su mayoría las lagunas necesitan grandes superficies de terreno y además que producto del tratamiento se emanan olores por ello en el caso de la Empresa Láctea por tratarse de una empresa industrial del rubro de alimentos la emanación de olores provoca la aparición de manera directa de vectores por lo que la contaminación de los productos es inminente, si bien es

cierto una de las ventajas es los bajos costos de operación y mantenimiento lo cual beneficia a la empresa pero no contrarresta la aparición de vectores.

La Empresa Láctea se encuentra ubicada en una zona urbana por lo que disponibilidad de terreno es escasa para la colocación de lagunas.

e) Filtros percoladores.- El filtro percolador es un relleno cubierto de limo biológico a través del cual se percola el agua residual. Normalmente el agua se distribuye en forma de pulverización uniforme sobre el lecho relleno mediante un distribuidor rotativo del flujo. El agua residual percola en forma descendente a través del relleno y el efluente se recoge en el fondo.²⁶

Ventajas

- Presenta costes de operación muy bajos.
- Requiere de poca energía para su funcionamiento.
- Resulta eficaz en la eliminación de la materia orgánica.

Desventajas

- Producción de malos olores.
- Pueden producir encharcamiento.
- Se generan más lodos que en otros sistemas de tratamiento de aguas.

Si bien es cierto que los filtros percoladores requieren de un área y espacio moderado lo cual facilita su implementación en la Empresa Láctea del proceso UHT, además que no necesitan gran cantidades de energía lo cual lo hace una propuesta viable pero por tratarse de una empresa del rubro de alimentos una desventaja de los filtros percoladores es la generación de olores y presencia de vectores.

²⁶ R.S. RAMALHO, **Tratamiento de Aguas Residuales**. Editorial Reverte S.A. Edición Revisada. 1996, pág. 472.

f) Lodos Activados.- El proceso de fangos activos ha demostrado ser muy eficaz tanto en el tratamiento de vertidos urbanos como en el tratamiento de algunos vertidos industriales de grandes industrias. Este proceso se crea poblaciones, biológicamente activas, que son capaces de absorber la materia orgánica de las aguas residuales y convertirla por un sistema de oxidación, por enzimas, en productos finales simples como CO_2 , H_2O , NO_3 y SO_4 . Los fangos biológicos, que se desarrollan naturalmente en las aguas residuales sometidas por aireación, contienen una parte considerable de materia en estado coloidal y en suspensión, pero, para llevar a cabo una eliminación eficiente de los sólidos orgánicos disueltos, debe haber una alta concentración de flóculos y obtener así una amplia superficie de contacto para las rápidas reacciones biológicas.

Los flóculos son masas vivas de organismos, alimentos y fangos, y son centros activos de vida biológica.²⁷

Microbiología del proceso.- En el proceso de lodos activados, las bacterias son los microorganismos más importantes, ya que son los causantes de la descomposición de la materia orgánica del afluente. En el reactor, o tanque de aireación, las bacterias aerobias o facultativas utilizan parte de la materia orgánica del agua residual con el fin de obtener energía para la síntesis del resto de la materia orgánica en forma de células nuevas.

Las bacterias son los microorganismos que realmente degradan el residuo orgánico del afluente, las actividades metabólicas de otros microorganismos son, igualmente importantes en el sistema de lodos activados.

Por otro lado, del mismo modo que es importante que las bacterias descompongan el residuo orgánico tan pronto sea posible, también

²⁷ NEMEROW., NELSON N. **Tratamiento de Vertidos Industriales y Peligrosos.** Ediciones Díaz Santos S.A. 1998. Madrid.

lo es el que formen un floculo adecuado, puesto que este punto constituye un requisito previo para la separación de los sólidos biológicos en el tanque de sedimentación.

Descripción de los componentes del proceso de lodos activados.

Tanque de Aireación.- En el tanque de aireación se lleva a cabo la mezcla entre el agua residual y el oxígeno necesario, para el desarrollo de los microorganismos presentes, en forma de flóculos en suspensión, realizándose así la degradación de la materia orgánica. Mediante la agitación se trata de evitar la sedimentación de los flóculos y conseguir así una homogeneización con el agua residual, mezcla que se denomina licor mezcla.

El oxígeno necesario para mantener un ambiente aerobio se lleva a cabo por medio de aireadores superficiales o difusores de burbuja que pueden estar ubicados en el lecho o superficie del tanque de aireación.

Tanque de Sedimentación.- Al cabo de un periodo determinado de tiempo, la mezcla de los nuevos microorganismos con los antiguos (lodos activados) se conduce hasta un tanque de sedimentación para ser separados por decantación del agua residual tratada.

Una parte de esto lodos activados sedimentados se recirculan para mantener en el tanque de aireación la concentración de microorganismos deseados, mientras que la otra parte se purga del sistema.

Ventajas

- Es un proceso que se emplea en el tratamiento de aguas residuales industriales.²⁸

²⁸ CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. **Procesos Biológicos de Tratamiento para la estabilización de residuos líquidos tóxicos.** México. 1993. pág. 13.

- Puede tolerar cargas orgánicas altas, comparados con otros procesos de tratamiento biológico.
- Alta eficiencia de remoción de carga orgánica sustancialmente más alta que la que se alcanza en otros procesos como los del tipo Convencional por Cultivo Fijo.
- Minimización de Olores y Ausencia de insectos.
- Posibilidades de regular energía consumida para variaciones de carga orgánica.
- Generación de lodos secundarios “estabilizados” que al igual que los sistemas convencionales pueden ser aprovechados como fertilizantes, mejoradores de suelo y obtención de biogás, entre otras.

Desventajas²⁹

- Requiere mayor Sofisticación y Mantenimiento.
- Dependencia con la temperatura del efluente a tratar y condiciones de entrada como pH y presencia de compuestos tóxicos.
- Riesgo de taponamiento de los dispositivos de aireación durante ciclos operativos específicos.
- Requiere de un control permanente, tanto operativo como de análisis de laboratorio.
- Altos costos de operación, asociados fundamentalmente a los requerimientos de oxígeno.

El proceso de lodos activados es una propuesta viable de tratamiento para la empresa láctea del proceso UHT en comparación a otros tratamientos biológicos, debido a que es muy usado en el tratamiento de aguas residuales industriales.

²⁹ SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL. **Tecnología de lodos activados**. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_30.pdf

La Empresa láctea al tratarse de una empresa del rubro de alimentos una ventaja de la implementación del tratamiento de lodos activados es que la emanación de olores producidos por el proceso y la aparición de vectores es casi mínima, por lo que no afecta la calidad del producto.

El tratamiento de lodos activados por tratarse de un sistema compacto lo hace viable para la instalación de este sistema de tratamiento en la empresa láctea debido a que las condiciones de espacio son reducidas, por ultimo tiene una mayor eficiencia de remoción de la DBO₅ comparado con otros tratamientos biológicos.

- 2.9. Selección del tratamiento para los efluentes industriales.-** Para la selección del tratamiento de los efluentes industriales se tomó en cuenta la biodegradabilidad, ya que está estrechamente vinculado con las aguas residuales, debido a que la biodegradabilidad es la propiedad que permite que las aguas residuales puedan ser depuradas por medio de microorganismos.

En la siguiente tabla se especifican algunos criterios que permiten determinar el carácter de biodegradabilidad. Según la relación DBO₅/DQO que se obtuvo para el efluente industrial.

TABLA N° 2.4
CRITERIOS DE BIODEGRADABILIDAD

DBO₅/DQO	Carácter
> 0,5	Muy biodegradable
0,2 - 0,5	Biodegradable
< 0,2	No biodegradable

Fuente: MANUEL GIL RODRÍGUEZ. **Cálculos Avanzados en procesos de descontaminación de aguas residuales.**

Para el presente trabajo de investigación, si la relación DBO₅/DQO es de carácter biodegradable será recomendable tratar los efluentes industriales generados en la Empresa Láctea del proceso UHT, a través de tratamientos biológicos. Proponiendo el tratamiento biológico por el proceso de lodos activados.

2.10. Estructura General de la Planta de Tratamiento.-

Funcionalmente se considera un proceso con variados tipos de tratamientos; y estructuralmente un conjunto de elementos específicos por tipo de tratamiento, y elementos generales que contribuye a las funciones de la planta en forma transversal al tipo de tratamiento. En este contexto, la estructura y funcionamiento de la planta de tratamiento propuesta, considera los tipos de tratamientos específicos y elementos que se detallan en la tabla siguiente.

TABLA N° 2.5

TIPOS DE TRATAMIENTO PARA LOS EFLUENTES INDUSTRIALES

Tipo de Tratamiento	Elemento del Proceso
Físico	Rejas
	Tanque de Regulación de Caudal
	Flotación por Aire Disuelto (DAF)
Biológico	Lodos Activados

Fuente: Elaboración propia

2.10.1. Diseño para el tratamiento físico.- El tratamiento físico se emplea para la separación de sólidos de gran tamaño, sólidos suspendidos y flotantes. El tratamiento físico está conformado por lo siguiente: Rejas, Tanque de Homogenización de caudal y Flotación por Aire Disuelto.

Rejas.- El primer procedimiento se basa en pasar el agua residual a través de rejas de barras. Las rejas de barras se pueden limpiar

manual o mecánicamente. Las características de ambos tipos se comparan en la tabla siguiente:

TABLA N° 2.6
INFORMACIÓN TÍPICA DE REJAS DE BARRA DE LIMPIEZA
MANUAL Y MECÁNICA

Características	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica
Tamaño de la barra: Anchura, mm Profundidad, mm	5- 15 25-37,5	
Separación entre barras, mm	25-50	15-75
Pendiente en relación a la vertical, grados	30-45	0-30
Velocidad de aproximación, m/s	0,3-0,6	0,6-1,1
Perdida de carga admisible, mm	150	150

Fuente: METCALF & EDDY, 1996.

Para el diseño de rejillas se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Área útil o área libre.- El área libre es la relación del caudal máximo de entrada y la velocidad de aproximación a la rejilla, se estima el área libre mediante la siguiente ecuación³⁰:

$$A_u = \frac{Q}{V}$$

Dónde:

A_u : Área Útil, m²

Q : Caudal máximo de entrada, m³/d

V : Velocidad de aproximación a la rejilla, m/s

³⁰ CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. LOTHAR HESS MAX. **Tratamientos Preliminares.**

Disponible en: <http://bvsper.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-04.pdf>

Área Total.- El área total es la sección transversal del flujo aguas arriba de la reja, se estima el área total mediante la siguiente ecuación³¹:

$$A_T = \frac{A_U}{\frac{a}{a+e}}$$

Dónde:

A_T : Área Total, m²

A_U : Área Útil, m²

a : Separación entre barras, m

e : Espesor de las barras, m

Ancho del canal.-El ancho del canal está relacionado con la suma de las separaciones entre barras, espesor de las barras y la separación entre las barras de la reja, se estima el ancho del canal mediante la siguiente ecuación³²:

$$b = \left(\frac{b_g}{a} - 1 \right) (a + e) + a$$

Dónde:

b : Ancho del canal, m

b_g : Suma de separaciones entre barras, m

a : Separación entre barras, m

e : Espesor de las barras, m

³¹ CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. LOTHAR HESS MAX. **Tratamientos Preliminares.**

Disponible en: <http://bvvsper.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-04.pdf>

³² UNIVERSIDAD DE ORIENTE. **Propuesta de diseño de planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Jocoro, departamento de Morazán.** Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/305945837/Planta-de-tratamiento-2>

Número de barras.-El número de barras que presenta la reja, se puede determinar por medio de la siguiente ecuación:³³

$$N^{\circ} = \left(\frac{b - a}{a + e} \right)$$

Dónde:

N° : Número de barras.

a : Separación entre barras, m

e : Espesor de las barras, m

Pérdida de carga.-La pérdida de carga a través de las rejas son una función de la velocidad de aproximación del fluido y de la velocidad del flujo a través de los barras de la reja, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación³⁴:

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

h_f : Pérdida de la carga, m

V : Velocidad de circulación del fluido entre las barras, m/s

v : Velocidad de aproximación del fluido a la reja, m/s

g : Aceleración de la gravedad, m/s²

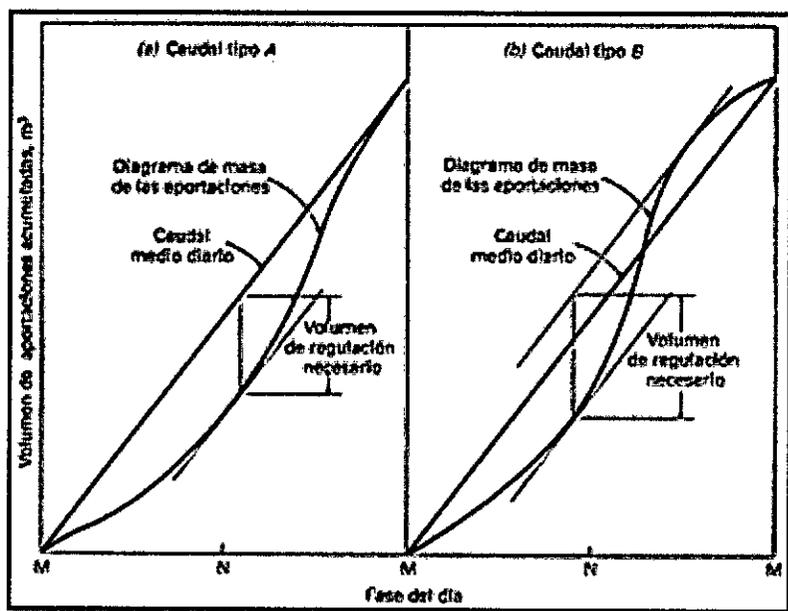
Las pérdidas de carga producidas que se obtienen mediante esta ecuación solo son aplicables en el caso de que las rejas estén limpias. La obstrucción y la obturación de las rejas incrementan las pérdidas de carga.

³³ MERCADO GUZMAN ALVARO. Tratamientos Preliminares. Disponible en: http://www.fch.cl/wp-content/uploads/2013/09/tratamientos_preliminares.pdf

³⁴ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización**. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 232.

Tanque de Regulación de caudal.- Consiste en la laminación de los picos y valles de caudal, de tal forma que la planta de tratamiento trabaje con un caudal constante, lo que conlleva consigo un incremento de la eficiencia de los diferentes procesos y operaciones unitarias que lo componen. Para el diseño de este tanque se debe determinar el volumen necesario para la regulación de caudal que se determina a partir de un gráfico de caudales a tratar, en el que representa las aportaciones acumuladas a lo largo del día. En el mismo grafico se muestra también el caudal medio diario, que viene representado por la pendiente de la recta que va desde el origen hasta el punto final del gráfico.

FIGURA N° 2.2
DIAGRAMA DE MASA ESQUEMÁTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE HOMOGENIZACIÓN NECESARIO PARA DOS TIPOS DE VARIACIÓN DE CAUDALES.



Fuente: METCALF & EDDY, 1996.

Flotación por Aire Disuelto (DAF).- Los factores que se incluyen en el proceso de flotación por aire disuelto son la concentración de sólidos, la cantidad de aire que se va utilizar, la velocidad ascensional de las partículas y la carga de sólidos.

Los parámetros de diseño y control más importantes que se deben conocer en los sistemas DAF son:

La relación A/S.- Conocido como relación aire-sólidos, se define como la masa de aire soplado en el tanque de flotación.

En el sistema de flotación por aire disuelto los criterios de diseño para el dimensionamiento de la cámara de presurización y el tanque de flotación, se describen a continuación.

La presión de operación: La presión en el sistema está íntimamente ligado con la solubilidad del aire en el agua y se requiere para alcanzar el tamaño óptimo de burbuja, por lo que tiene gran influencia en la relación A/S. La cámara de presurización es capaz de resistir altas presiones usualmente comprendidas entre 250 y 500 kPa.³⁵ (Vargas, 2004, p. 74).

El tiempo de retención: Es el tiempo transcurrido desde que se inicia el llenado del equipo, hasta que alcanza el volumen de diseño. Se distinguen dos tiempos *TRH*, el de la cámara de presurización *TRH_c* y el del tanque de flotación *TRH_t*, generalmente son cortos y oscilan entre 0,5 min-3min y 10 a 20 min, respectivamente.

La carga hidráulica: Es el volumen de agua que pasa por unidad de área en un tiempo específico. Los valores recomendados para el tanque de flotación son 5-20 m³/m².h y para la cámara de presurización son 5-80 m³/m².h.

En el sistema de flotación por aire disuelto los parámetros de diseño mencionados anteriormente nos permitió establecer el dimensionamiento y la eficiencia en los componentes del sistema

³⁵ CÁNEPA DE VARGAS, LIDIA, **Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I. Teoría. Tomo I.**, pág. 74. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomol/filtrarap1.html>

DAF (cámara de presurización y el tanque de flotación), los cuales son descritos a continuación:

- **Cámara de presurización.-** Dado que las condiciones de disponibilidad del terreno son limitadas en la industria láctea se optó que la línea de la impulsión de la bomba de recirculación en la cámara de presurización en forma de zig – zag para aumentar la turbulencia y el tiempo de residencia de forma que se mejore la disolución del aire.

Las especificaciones de las dimensiones (longitud, ancho y altura) y del modelo de la cámara de presurización se tomaron en cuenta de un catálogo de fabricante FRC Systems International, donde se establece las dimensiones en función del caudal de diseño. (Ver Anexo 11.2: “Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales”).

- **Tanque de Flotación.-** Para el diseño del tanque de flotación consideró lo siguiente:

Volumen del tanque de flotación.- Para hacer el dimensionamiento geométrico del tanque de flotación fue necesario calcular el volumen de diseño (V_D) dado por la siguiente ecuación:³⁶

$$V_D = Q \times TRH_t$$

Dónde:

V_D : Volumen de diseño del tanque de flotación, m³.

³⁶ BELLERA VILAR, CARLA; FERNÁNDEZ, EVA; SERNA CANTERO, ÁLVARO; DOMÉNECH SELLAS, ENRIC; LÓPEZ DE LEÓN, LUIS RAFAEL. **Planta de Producción de Acetaldehído**. Proyecto de estudio. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 2010

TRH_C : Tiempo de retención hidráulica del tanque de flotación, min.

Q : Caudal de diseño en el tanque de flotación, m^3/h .

Área superficial del tanque de flotación.- Para determinar el valor del área superficial del tanque de flotación, es necesario tener en cuenta la longitud (l) y el ancho (a), los cuales vienen dados en la siguiente ecuación:³⁷

$$S_H = l \times a$$

Dónde:

S_H : Área superficial del tanque de flotación, m^2 .

l : Longitud de la base del tanque de flotación, m.

a : Ancho de la base del tanque de flotación, m.

Altura del tanque flotación.- La altura del tanque de flotación, (h) se relaciona con el volumen de diseño (V_D) y el área superficial (S_H), los cuales vienen dados por la siguiente ecuación:³⁸

$$h = \frac{V_D}{S_H}$$

Dónde:

h : Altura del tanque de flotación, m.

V_D : Volumen de diseño del tanque de flotación, m^3 .

S_H : Área Superficial del tanque de flotación, m^2 .

Carga Hidráulica Superficial del tanque de flotación.- La razón de la carga superficial es una medida del volumen

³⁷ ³⁸ HUEMANTZIN BALAN, ORTIZ OLIVEROS. **Tratamiento de aguas oleosas por flotación.** Tesis para obtener el grado de Maestro. Toluca, México Universidad Autónoma del Estado de México.

aplicado por unidad de área superficial y unidad de tiempo, la cual viene dada por la siguiente ecuación.³⁹

$$CHS_t = \frac{Q}{S_H}$$

Dónde:

CHS_t : Carga hidráulica superficial del tanque de flotación, $m^3/m^2.h$

Q : Caudal de diseño en el tanque de flotación, m^3/h .

S_H : Área Superficial del tanque de flotación, m^2 .

Cuando la carga hidráulica, superior a $15 m^3/m^2.h$ se puede originar turbulencias que afectan la capa de lodos flotantes y disminuyen la eficiencia del sistema DAF.

Relación A/S.-La eficiencia de un sistema de flotación por aire disuelto depende principalmente del valor de la relación entre la cantidad de aire liberado y la de sólidos requeridos, para lograr un determinado grado de clarificación.

La relación entre el coeficiente A/S y la solubilidad del aire, la presión trabajo y la concentración de sólidos en el fango para

³⁹ RIERA, MARÍA; GRATEROL, NELSON. **Diseño de una Unidad de Flotación con Aire Disuelto para la de remoción contaminantes de las aguas residuales generadas es una empresa manufacturera.** *Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"*. Vol.5(Nº2): 783, Noviembre 2014.

un sistema en el que la totalidad del caudal es presurizado viene dado por la siguiente ecuación:⁴⁰

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3s_a (f * P - 1)}{S_a}$$

$$\frac{A}{S} = \frac{\text{cantidad de aire (mg)}}{\text{cantidad de sólidos (mg)}}$$

Dónde:

s_a : Solubilidad del aire en el agua en función de la T°, la altitud y la presión atmosférica, ml/L. (Véase la tabla N°2.7)

TABLA N° 2.7
SOLUBILIDAD DEL AIRE EN EL AGUA EN FUNCIÓN DE LA T°.

Temperatura (°C)	0	10	20	30
s_a , mg/l	29,2	22,8	18,7	15,7

Fuente: METCALF & EDDY.

f : Fracción de aire disuelto a la presión P, generalmente $f=0,8$

P : Presión, atm.

$$P = \frac{p + 101.35}{101.35}$$

p : Presión manométrica, kPa.

S_a : Concentración de sólidos suspendidos, mg/L.

Las especificaciones de las dimensiones (longitud, ancho y altura) y del modelo de las rasquetas o desnatadoras utilizadas para la remoción de los sólidos flotantes y de la nata formada

⁴⁰ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización**. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 281.

en la superficie del tanque de flotación se tomaron en cuenta de un catálogo de fabricante Hidrometálica S.A.C., donde se establece el modelo a seleccionar según las dimensiones del tanque de flotación, (Ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales").

2.10.2. Diseño para el tratamiento biológico.-

Lodos Activados.- las consideraciones sobre el diseño del proceso de lodos activados a tener en cuenta son:

Características del efluente.- El contenido en materia orgánica es un parámetro de calidad del efluente de gran importancia. El contenido en materia orgánica del efluente de un proceso de tratamiento biológico suele estar compuesto por materia orgánica soluble biodegradable, materia orgánica en suspensión, materia orgánica no biodegradable.

Elección del tipo de reactor.- Una de las etapas principales en el diseño de lodos activados es la elección del tipo de reactor a emplear en el proceso. Los dos tipos de reactores que se suelen utilizar son el reactor de mezcla completa y el reactor de flujo en pistón. Para la elección del tipo de reactor se considera las necesidades de transferencia de oxígeno, las cuales presenta tres tipos de proceso de aireación: proceso de aireación graduada, en el que se pretende adecuar el oxígeno suministrado a la demanda de oxígeno; proceso de aireación con alimentación escalonada, en el que el agua residual entrante y los sólidos de retorno se distribuyen a lo largo del reactor ; proceso de mezcla completa, en el que aire suministrado se ajusta o excede a la demanda de oxígeno.

De acuerdo a las consideraciones descritas anteriormente, se recomendó un reactor de lodos activados de mezcla completa.

Los parámetros de diseño para el proceso de lodos activados son:

La relación alimento / microorganismo (F/M).-Es uno de los parámetros más importantes, también denominada carga másica. Esta relación representa la cantidad de materia orgánica que entra en un día en el tanque de aireación y la cantidad de lodos que están presentes en dicho tanque; de acuerdo al tipo de proceso y en función de la temperatura se puede determinar el rango que oscila la relación F/M. (Véase la tabla N°2.8).⁴¹

Esta relación se define como:

$$F/M = \frac{DBO}{SSVLM \times \theta}$$

Dónde:

SSVLM : Concentración de solidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación, kg/m³.

DBO : Concentración de DBO₅ en el afluente, kg/m³.

θ : Tiempo medio de retención hidráulica, d⁻¹.

TABLA N° 2.8
PROCESOS DE LODOS ACTIVADOS EN FUNCIÓN DE LA
RELACIÓN ALIMENTO / MICROORGANISMOS (F/M).

Proceso	F/M (kg DBO ₅ /kg SSVLM.día)		
	T>20 °C	T= 20 °C	T<20 °C
Alta carga	1,2-2,0	1,5-2,3	3,5-4,5
Convencional	0,15-0,40	0,20-0,45	0,25-0,60
Oxidación Total	≤ 0,07	≤ 0,10	≤ 0,12

Fuente: Tratamientos biológicos de aguas residuales, pág. 45.

⁴¹ METCALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 607.

Tiempo medio de retención celular (θ_c).-Este parámetro también denominado edad de fango, representa la relación expresada en días entre la cantidad de lodos en el tanque de aireación y la cantidad de lodos que se purga diariamente.⁴²

Esta relación se define como:

$$\theta_c = \frac{V \times X}{Q_w X_w + Q_e X_e}$$

Dónde:

θ_c : Tiempo medio de retención celular basado en el volumen del tanque de aireación, d.

X : Concentración de solidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación, kg/m³.

V : Volumen del tanque de aireación, m³.

Q_w : Caudal del lodo purgado, m³/d.

Q_e : Caudal del efluente tratado, m³/d.

X_w : Concentración de solidos suspendidos volátiles en el lodo purgado, kg/m³.

X_e : Concentración de solidos suspendidos volátiles en el efluente tratado, kg/m³.

Tiempo medio de retención hidráulica (θ).- Este parámetro representa el tiempo necesario (días u horas) para que las bacterias asimilen la materia orgánica que contiene el agua residual presente en el tanque de aireación, dada por la siguiente ecuación:⁴³

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

⁴² ⁴³ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs.440, 607.

Dónde:

V : Volumen del tanque de aireación, m³.

Q : Caudal del afluente, m³/día; m³/h

TABLA N°2.9
PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LOS PROCESOS DE
LODOS ACTIVADOS

Parámetros de diseño	MODIFICACIÓN DE PROCESO		
	Convencional	Mezcla Completa	Alimentación escalonada
θ_c, d	5-15	5-15	5-15
F/M: kg DBO ₅ aplicada /kg SSVLM. d	0,2-0,4	0,2-0,6	0,2-0,4
Carga Volúmica, kg de DBO ₅ aplicada/m ³ .d	0,32-0,64	0,80-1,92	0,64-0,96
SSLM, mg/L	1500-3000	2500-4000	2000-3500
.<LV/Q , h	4-8	3-5	3-5

Fuente: Elaboración propia.

DBO_L. - Es la cantidad de DBO total o última de la primera fase inicialmente presente, dada por la siguiente ecuación:⁴⁴

$$DBO_L = f \times \left(\frac{1,42 \text{ mg } O_2 \text{ Consumidos}}{\text{mg de células oxidadas}} \right)$$

f : Fracción biodegradable

Coefficiente de descomposición endógena (k_d).- El parámetro k_d se define como la fracción de SSVLM por unidad de tiempo oxidada durante el proceso de respiración endógena.

⁴⁴ BELLERA VILAR, CARLA; FERNÁNDEZ, EVA; SERNA CANTERO, ÁLVARO; DOMÉNECH SELLAS, ENRIC; LÓPEZ DE LEÓN, LUIS RAFAEL. **Planta de Producción de Acetaldehído**. Proyecto de estudio. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 2010

Esta relación se define como:⁴⁵

$$k_d = \frac{\text{kg SSVLM oxidados}}{(d)(\text{kg SSVLM en el reactor})}$$

Dónde:

k_d : Coeficiente de descomposición endógena (dimensiones: tiempo⁻¹, esto es, d⁻¹, h⁻¹).

Coeficiente de producción de crecimiento (Y).- Representa la producción de lodo biológico por kilogramo de sustrato total consumido.⁴⁶

$$Y = \frac{\text{kg SSVLM producidos.}}{\text{kg de sustrato total consumido}}$$

TABLA N° 2.10
PARÁMETROS BIOCINÉTICOS TÍPICOS DE DISTINTAS AGUAS RESIDUALES

	k	Y	k_d
Unidades	d - 1 × 1/mg	Kg SSVLM/kg DBO₅ consumida	d - 1
Urbana	0,017-0,03	0,73	0,075
Refinería	0,074	0,49-0,62	0,10-0,16
Petroquímica	0,0029-0,018	0,31-0,72	0,05-0,17
Cervecera	-	0,56	0,10
Farmacéutica	0,018	0,72-0,77	-
Pastas Kraft	-	0,5	0,08

Fuente: R.S. RAMALHO, PÁG.312.

^{45 46} R.S. RAMALHO, **Tratamiento de Aguas Residuales**. Editorial Reverte S.A. Edición Revisada. 1996, págs. 275, 280.

Concentración de Sólidos Suspendidos en el Licor de Mezcla (SSLM).- Se considera a esta concentración de sólidos en suspensión en el licor de mezcla a la biomasa que se encuentra en el tanque de aireación, que consiste principalmente en materia orgánica e inorgánica.

Concentración de Sólidos Suspendidos Volátiles en el Licor de Mezcla (SSVLM).- Esta concentración representa la cantidad de materia orgánica presentes en el tanque de aireación.⁴⁷

$$SSVLM = \frac{\theta_c}{\theta} \times \frac{Y \times (S_0 - S)}{(1 + k_d \times \theta_c)}$$

Dónde:

SSVLM : Concentración de Sólidos Suspendidos Volátiles en el Licor de Mezcla, mg/L.

θ_c : Tiempo medio de retención celular, días.

θ : Tiempo medio de retención hidráulica del tanque de aireación, horas.

Y : Coeficiente de producción máxima medido durante cualquier periodo finito de la fase de crecimiento exponencial, masa/masa.

k_d : Coeficiente de descomposición endógena, tiempo⁻¹.

$(S_0 - S)$: Cantidad de sustrato utilizado, mg/L.

En los procesos de lodos activados la relación (**SSVLM/SSLM**) se encuentra comprendida normalmente dentro de los siguientes límites:

⁴⁷ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización**. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 442.

$$0,8 < \frac{SSVLM}{SSLM} < 0,9$$

Esto quiere decir, que del 80 al 90% de los sólidos suspendidos son volátiles.⁴⁸

Producción de fango (P_x).- La producción diaria de lodo que hay que purgar se puede estimar mediante la siguiente ecuación:⁴⁹

$$P_x = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \times \left(\frac{10^3 g}{kg}\right)^{-1}$$

Dónde:

P_x : Producción diaria neta de lodo activado, medida en términos de SS volátiles, kg/ día.

Y_{obs} : Producción observada, kg/kg.

Q : Caudal en el tanque de aireación. m³/día.

S_0 : Concentración de DBO₅ en el afluente, mg/L.

S : Concentración de DBO₅ en el efluente, mg/L.

Producción observada (Y_{obs}).-La ecuación correspondiente para la producción observada en un sistema con recirculación, es la siguiente:⁵⁰

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \times \theta_c}$$

Dónde:

⁴⁸ ⁴⁹ ⁵⁰ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización**. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs. 403, 490 y 609.

Y : Coeficiente de producción máxima medido durante cualquier periodo finito de la fase de crecimiento exponencial, masa/ masa.

k_d : Coeficiente de descomposición endógena, tiempo⁻¹

θ_c : Tiempo medio de retención celular, días.

Masa total de lodos en base a los sólidos en suspensión $P_{X(SS)}$.

La ecuación correspondiente para la determinación de la masa total de lodos en base a los sólidos en suspensión, es la siguiente:⁵¹

$$P_{X(SS)} = \frac{P_X}{0,8}$$

Dónde:

P_X : Producción diaria neta de lodo activado, medida en términos de SS volátiles, kg/ día.

Demanda teórica de oxígeno para la eliminación de la materia orgánica carbonosa.- En un sistema de lodos activados la demanda teórica de oxígeno para la eliminación de la materia orgánica carbonosa presente en el agua residual, se puede obtener mediante la siguiente expresión:⁵²

$$Kg \frac{O_2}{d} = \left(\frac{Q \times (S - S_0) \times \left(\frac{10^3 g}{kg}\right)^{-1}}{f} \right) - 1,42 \times (P_X)$$

Dónde:

Q : Caudal en el tanque de aireación. m³/día.

S_0 : Concentración de DBO₅ en el afluente, mg/L.

⁵¹ ⁵² METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs. 610, 675.

S : Concentración de DBO_5 en el efluente, mg/L.

f : Factor de conversión de DBO_5 en DBO_L (0,45-0,68).

P_X : Producción diaria neta de lodo activado, medida en términos de SS volátiles, kg/ día.

Tanque de Sedimentación.-El tanque de sedimentación o sedimentador secundario es la unidad que recibe el licor mezcla proveniente del tanque de aireación, permite la separación líquido-sólido de este flujo, además del espesamiento de los lodos en su interior. El líquido clarificado sale por la parte superior del tanque, en tanto los lodos sedimentados son recirculados hacia el tanque de aireación. El exceso de lodos generados puede ser purgado desde el fondo del tanque de sedimentación.

Durante la sedimentación, la partículas flocculan y se cohesionan para sedimentar en forma conjunta, generando múltiples interfaces al interior del sedimentador. Por este motivo, la floculación y cohesión de las partículas, que ocurre fundamentalmente en el tanque de aireación, es vital para obtener el objetivo deseado, es decir, un efluente clarificado prácticamente libre de sólidos suspendidos totales y la concentración del licor en el precipitado.

Los parámetros de diseño para el tanque de sedimentación son:

Flujo de sólidos por acción de la gravedad (SF_g).- Es el movimiento de la masa de sólidos a través de una superficie de control. Dentro del tanque de sedimentación, el flujo de sólidos descendentes se produce por gravedad y por el transporte de masa debido caudal extraído del fondo, el cual se bombea y recircula. En cualquier punto del tanque, el flujo de masa de sólidos originado

por la sedimentación por gravedad, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación⁵³:

$$SF_g = kC_iV_i$$

Dónde:

SF_g : Flujo de sólidos por acción de la gravedad, kg/m².h

K : Constante 1/1000

C_i : Concentración de sólidos en el punto de estudio, mg/L.

V_i : Velocidad de sedimentación de los sólidos a la concentración C_i , m/h.

Relación de recirculación (α).- La relación de recirculación es necesaria para mantener la concentración de sólidos suspendidos del líquido mezcla en el tanque de aireación, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación⁵⁴:

$$\alpha = \frac{SSLM}{X_U - SSLM}$$

Dónde:

$SSLM$: Concentración de Sólidos Suspendidos en el Licor de Mezcla, mg/L.

X_U : Sólidos Suspendidos del caudal inferior, mg/L.

Superficie de espesamiento necesaria para lodos.- La superficie de espesamiento necesaria del decantador para las diferentes concentraciones de lodos y las diferentes relaciones de

⁵³ ⁵⁴ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización**. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs. 267, 680.

recirculación, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación:⁵⁵

$$A = \frac{(1+\alpha)(Q)(X)(3600 \text{ s/h})}{(SF_a)\left(\frac{1000g}{kg}\right)}$$

Dónde:

A : Superficie transversal, m^2 .

SF_a : Flujo de sólidos medio aplicado, $kg/m^2.h$

Q : Caudal de entrada en el tanque de sedimentación, m^3/s .

α : Relación de recirculación.

X : Concentración de sólidos en el líquido mezcla, mg/L .

Carga Superficial.-La carga superficial es la velocidad crítica mínima de sedimentación que se espera que en promedio tenga un cierto porcentaje de partículas de suspensión, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación.⁵⁶

$$CS = \frac{Q}{A}$$

Dónde:

CS : Carga Superficial, $m^3/m^2.h$

A : Superficie transversal, m^2 .

Q : Caudal de entrada en el tanque de sedimentación, m^3/s .

⁵⁵ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización**. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs. 267, 680.

⁵⁶ RIERA, MARÍA; GRATEROL, NELSON. **Diseño de una Unidad de Flotación con Aire Disuelto para la de remoción contaminantes de las aguas residuales generadas es una empresa manufacturera**. *Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"*. Vol.5(Nº2): 783, Noviembre 2014.

Profundidad de la zona de lodos.-La profundidad de la zona de lodos en el tanque de sedimentación, se puede estimar por medio de la siguiente ecuación:⁵⁷

$$d = \frac{\text{Sólidos en el tanque de sedimentación}}{(\text{Concentración media de sólidos en la zona de lodos})(A)}$$

Dónde:

d: Profundidad de la zona de lodos, m.

A: Superficie transversal, m².

Producción de lodos.-La producción diaria de lodos que hay que purgar se puede estimar por medio de la siguiente ecuación:

$$P_x = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \times \left(\frac{10^3 g}{kg}\right)^{-1}$$

Dónde:

P_x : Producción diaria neta de lodo activado, medida en términos de SS volátiles, kg/ día.

Y_{obs} : Producción observada, kg/kg.

Q : Caudal en el tanque de sedimentación. m³/día.

S₀ : Concentración de DBO₅ en el afluente, mg/L.

S : Concentración de DBO₅ en el efluente, mg/L.

2.11. Cálculo de la Remoción de los Parámetros de control que determinan la calidad del efluente industrial.-

⁵⁷ METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs. 267, 682.

Teniendo en cuenta los porcentajes de remoción para cada uno de los parámetros del proceso de tratamiento, la disminución de la concentración de los parámetros al pasar por cada proceso del sistema de tratamiento se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$\text{Calidad en la salida} = \text{calidad en la entrada} \times (1 - \% \text{remoción})$$

Dónde:

Calidad en la salida: Concentración del parámetro de control a la salida del proceso de tratamiento.

Calidad en la entrada: Concentración del parámetro de control a la entrada del proceso de tratamiento.

% de Remoción: Capacidad de remoción atribuida a los elementos de proceso de cada tipo de tratamiento.

TABLA N° 2.11
PORCENTAJE DE REMOCIÓN EN COMPARACIÓN CON OTROS
TIPOS DE TRATAMIENTO

Tipo de tratamiento	Remoción de los parámetros (%)		
	DBO ₅	DQO	SST
Rejas de barras ^(a)	nulo	nulo	nulo
Sedimentación primaria ^(a)	30-40	30-40	50-65
Lodos Activados ^(a)	80-95	80-85	80-90
Filtros percoladores ^(b)	65-80	60-80	80-90
Lagunas aireadas ^(b)	80-90	(c)	-
Lagunas de estabilización ^(b)	70-85	(c)	-

Fuente: (a) METCALF & EDDY, 1996.

(b) Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.12. Consideraciones para la Remoción de los Parámetros de control que determinan la calidad del efluente industrial.

Para el proceso de cálculo de la remoción de la concentración de los parámetros se tuvo en consideración las recomendaciones estipuladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y los resultados obtenidos en experiencias de tratamiento de aguas residuales, en ese contexto, las consideraciones tenidas en cuenta, fueron específicamente para cada parámetro de control, mencionados a continuación:

- DBO₅
- DQO
- Aceites y grasas.(A y G)
- Sólidos Suspendidos Totales (SST)
- Sólidos Sedimentables (SS)

TABLA N° 2.12

PORCENTAJE DE REMOCIÓN POR TIPO DE TRATAMIENTO FÍSICO

Tipo de Tratamiento	Elementos del proceso de Tratamiento	% Remoción				
		DBO ₅	DQO	Ay G	SST	SS
Físico	Rejas	-	-	-	3	-
	Tanque de Regulación	5	-	-	8	10
	Flotación por aire disuelto (DAF).	60	62,6	90	65	64

Fuente: Elaboración propia con datos de RNE y experiencias de tratamiento.

TABLA N° 2.13

PORCENTAJE DE REMOCIÓN POR TIPO DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Tipo de Tratamiento	Elementos del proceso de Tratamiento	% Remoción				
		DBO ₅	DQO	Ay G	SST	SS
Biológico (lodos activados)	Tanque de Aireación	93	85	10	53	-
	Tanque de sedimentación	-	-	-	40	85

Fuente: Elaboración propia con datos de RNE y experiencias de tratamiento.

2.13. Definición de términos básicos.-A continuación se ha definido los términos que se hacen uso a lo largo del presente trabajo de investigación:

- **Aguas Residuales.**- El agua residual es el agua de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.⁵⁸
- **Descarga.**- Indica una situación de como las sustancias (sólido, líquido o gaseoso) ingresan al medio ambiente.⁵⁹
- **Efluente.**- Agua o cualquier otro líquido, en su estado natural o tratado total o parcialmente, que sale de un tanque de almacenamiento, depósito o planta de tratamiento.⁶⁰

⁵⁸ ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

⁵⁹ ⁶⁰ CARDENAS GARZÓN, GERMÁN ANDRÉS. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico quebradas Belén y Magdalena. Proyecto de estudio. Nariffo, Colombia. Corporación Autónoma Regional de Nariffo. 2013.

- **Efluentes industriales.**- Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial al sistema de alcantarillado.
- **UHT.**- Ultra High Temperature (Temperatura Ultra Alta), proceso de tratamiento a altas temperatura por el cual los productos están expuestos a una temperatura muy alta (aprox. 140°C) durante unos pocos segundos.
- **Valores Máximos Admisibles.**- Los VMA son aquellos valores de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales.⁶¹
- **Planta de Tratamiento de efluentes líquidos no domésticos.**- Una planta de tratamiento de aguas residuales es un sistema diseñado específicamente para disminuir la presencia de elementos contaminantes en las aguas residuales, basado en procedimientos físicos, químicos y biológicos.

El requisito fundamental antes de proceder al diseño preliminar o definitivo de una planta de tratamiento de aguas residuales, es haber realizado el estudio del cuerpo receptor. El estudio del cuerpo receptor deberá tener en cuenta las condiciones más desfavorables.

⁶¹ DECRETO SUPREMO N°021-2009-VIVIENDA. Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Una vez determinado el grado de tratamiento requerido, el diseño debe efectuarse de acuerdo con las siguientes etapas:

- Caracterización de aguas residuales domésticas e industriales.
 - Determinación de los caudales actuales y futuros.
 - Selección de los procesos de tratamiento.
 - Dimensionamiento de los procesos de tratamiento de la planta y planos referenciales.
 - Presupuesto referencial.
- **DAF.-** El proceso de flotación por aire disuelto, consiste en la creación de microburbujas de aire en el seno del agua residual, las cuales se unen a las partículas a eliminar formando agregados (flóculos) capaces de flotar.⁶²
 - **Flóculos.-** Los flóculos son masas vivas de organismos, alimentos y fangos, y son centros activos de vida biológica.⁶³

⁶² TEJERO, I; SUARÉZ, J; JÁCOME, A. **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, España. Editado por E.T.S de Ing. de caminos de Santander, Universidad de Cantabria. 2004

⁶³ AVIJIT DASGUPTA, NELSON LEONARD. **Tratamiento de vertidos industriales peligrosos**. Madrid. Ediciones Díaz de Santos S.A. 1998.

CAPITULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis General

“El diseño adecuado de una planta de tratamiento de efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT, permitirá cumplir con la calidad del agua para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario”.

3.2 Variables de la Investigación

- **Variable independiente:** Calidad del agua para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario.

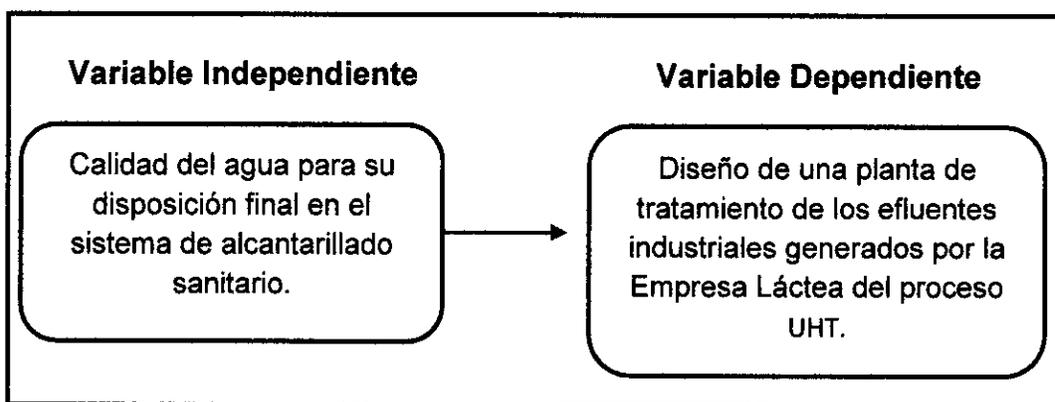
La denominada variable independiente para fines didácticos será denominada como “Variable X”.

- **Variable dependiente:** Diseño de una planta de tratamiento de los efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT.

La denominada variable dependiente para fines didácticos será denominada como “Variable Y”.

Se establece la relación entre variables que se ilustra en la siguiente figura:

FIGURA N° 3.1
RELACIÓN ENTRE VARIABLES DE ESTUDIOS



3.3 Operacionalización de las Variables

- **Variable independiente:** Calidad del agua para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario.

Definición conceptual:

Se conceptualiza como la condición en que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

Indicadores:

VMA para la disposición final.

VMA para DBO ₅ , (mg/L)	X ₁
VMA para DQO. (mg/L)	X ₂
VMA para Sólidos Sedimentables. (ml/L/h)	X ₃
VMA para Sólidos Suspendidos Totales. (mg/L)	X ₄
VMA para pH, (Unidad)	X ₅
VMA para Temperatura, (°C)	X ₆
VMA para Aceites y grasas, (mg/L)	X ₇

- **Variable dependiente:** Diseño de una planta de tratamiento de los efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT.

Definición conceptual:

El cual se conceptualiza como los parámetros específicos a tenerse en cuenta en el diseño de la planta de tratamiento en sus diversas fases y etapas de tratamiento.

Indicadores:

Parámetros de diseño para Rejas:

Número de barras	Y ₁
Pérdida de carga	Y ₂

Parámetros de diseño para el Tanque de Regulación de Caudal:

Volumen acumulado durante un periodo de tiempo. Y₃

Parámetros de diseño para el proceso DAF:

Cámara de presurización Y₄

Tanque de flotación. Y₅

Parámetros de diseño para el tanque de aireación:

Relación alimento / microorganismo (F/M). Y₆

Aireadores. Y₇

Parámetros de diseño para el tanque de sedimentación:

Flujo de sólidos limitante Y₈

Carga Superficial. Y₉

Profundidad total del tanque Y₁₀

CAPITULO IV METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación.- El presente trabajo de investigación fue del tipo no experimental descriptivo, puesto que se realizó sin manipular deliberadamente las variables; a la vez la recolección de datos se realizó en un solo tiempo. El propósito de este tipo de investigación fue describir, analizar su incidencia y los valores en lo que se manifiestan la variable dependiente dentro del enfoque cuantitativo (variable independiente). Permitiendo establecer los criterios de diseño de la Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT, a partir de los resultados obtenidos durante el monitoreo de los parámetros que determinaron la calidad del agua residual industrial.

4.2. Población y muestra.- La empresa láctea P&D Andina Alimento S.A. se encuentra ubicada en la Av. Industrial N°741 en el distrito Cercado de Lima, provincia y región de Lima. Su territorio tiene una extensión superficial de 600 m² limitando por el Norte con la calle las Maquinarias, por el Sur con empresa terceros / avenida Argentina, por el Este con la calle Argentina, por el Oeste con empresa terceros / calle Industrial. Geográficamente se encuentra localizado en las coordenadas 12° 3' latitud Sur y 77° 4' longitud Oeste de Greenwich, a una altitud de 89 m.s.n.m. (ver Apéndice 10.1. "Galería de imágenes").

Para el presente trabajo de investigación se consideró como población los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A del proceso UHT que son vertidos al colector de salida de la planta del proceso UHT (PTO-1) hacia el sistema de alcantarillado.

El muestreo se realizó de forma manual y de tipo compuesta, en frascos estériles, ubicando el punto de aforo en el (PTO-1) para la toma de muestra, previa a la descarga de los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A del proceso UHT.

La muestra compuesta estuvo conformada por 9 alícuotas que fueron extraídas en recipientes de 1L aproximadamente en intervalos de tiempo de 30 minutos. Todas estas alícuotas se adicionaron a un recipiente de un volumen total de 20L durante un día de producción. Estas muestras fueron debidamente etiquetadas con fecha, lugar, hora y tipo de muestra, finalmente fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.- Para el presente trabajo de investigación se utilizaron técnicas e instrumentos que facilitaron la realización de la investigación las cuales se mencionan a continuación:

Técnica documental: Los materiales de consulta que se utilizó para el desarrollo del presente trabajo de investigación fueron: las fuentes bibliográficas, iconográficas y algunos medios magnéticos que se detallan en la siguiente tabla.

TABLA N° 4.1
RELACIÓN DE FUENTES Y MEDIOS DE CONSULTA

Bibliográficas	Iconográficas	Magnéticas
-Libros de texto. -Manuales. -Tesis. -Revisión de normas legales. - Guías y diccionarios.	-Diapositivas. -Videos. -Fotografías -Planos.	- Equipos de cómputo. -Grabaciones. -USB.

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de campo: Los materiales y equipos utilizados para el trabajo de campo fueron los siguientes:

TABLA N° 4.2
RELACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS DE TRABAJO DE CAMPO

Materiales	Equipos
-Frascos de 1L (PVC y vidrio ámbar). - Balde de 20 L. -Guantes y mascarillas. -Cooler. -Rotuladores. -Brazo mecánico (para toma de muestra) -Registros de campo.	- GPS. -Correntómetro. -Multiparámetro. -Termómetro. -Cámara fotográfica. - Wincha.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Caracterización del efluente industrial.- La caracterización de los efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT se realizó de la siguiente manera:

1°-Tomar la muestra en el punto de aforo del efluente industrial.

Para esta toma en el punto de aforo se realizó el monitoreo en el PTO-1, en el cual se analizaron los parámetros DBO₅, DQO, SS, SST, pH, T° y Aceites y Grasas, los cuales están descritos en el DS.N°021-2009-VIVIENDA.

TABLA N°4.3
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO.

Punto de monitoreo	Ubicación	Coordenadas UTM (WGS84)	
		Este	Norte
PTO-1	Colector (salida de la planta del proceso UHT).	274 231	8 667 624

Fuente: Elaboración propia.

2°-Caracterizar los efluentes industriales según los métodos de ensayos.

Para esta caracterización de los efluentes industriales según los métodos de ensayo, se realizó el monitoreo en el PTO-1, a fin de determinar el grado de contaminación que tienen los efluentes industriales generados por la empresa láctea del proceso UHT y de esta manera plantear la solución a través del diseño de una planta de tratamiento de efluentes industriales.

A continuación se detallan los métodos de ensayo según los parámetros analizados:

TABLA N°4.4
METODOLOGÍA DE ENSAYO SEGÚN PARÁMETROS

Ensayo	Método
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	SM 5210 B.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM 5220 D.
Sólidos Sedimentables	SM 2540 F.
Sólidos Suspendidos Totales	SM 2540 D.
Potencial de Hidrógeno (pH)	SM 4500 H ⁺ B.
Temperatura	SM 2550 B.
Aceites y grasas	EPA-821-R-10-001, Método 1664.

Fuente: **EPA**: U.S. Environmental protection Agency.

Nota: **SM**: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

4.5. Selección del Sistema de Tratamiento.- Para la selección del tratamiento de los efluentes industriales se basó en los siguientes criterios:

Disponibilidad del terreno.- Para determinar la ubicación de la planta de tratamiento de efluentes industriales se evaluó las áreas

disponibles dentro de las instalaciones de la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A, encontrándose poca área disponible en el primer nivel debido a que gran parte de sus áreas son destinadas como almacenes de materia prima y/o producto terminado, por lo tanto dificulta la instalación de un sistema de tratamiento que demande grandes dimensiones de terreno tales como lagunas de estabilización, lagunas aireadas, lagunas anaerobias y lagunas facultativas, por ello se eligió el sistema de lodos activados puesto que es el tratamiento que mejor se adhiere a este criterio por tratarse de un sistema compacto y que no demanda grandes dimensiones de terreno.

Biodegradabilidad.- Para determinar el tipo de tratamiento para los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A, se determinó a partir del índice de biodegradabilidad según la relación DBO_5/DQO por lo cual el resultado obtenido fue el siguiente:

$$\frac{DBO_5}{DQO} = \frac{823.4}{1235} = 0,66$$

El valor de la relación obtenido de 0,66 nos indica que el efluente es de carácter muy biodegradable según los criterios de biodegradabilidad descritos en la tabla 2.4 del capítulo II, de modo que el método de tratamiento recomendado es de tipo biológico (lagunas aireadas, filtros percoladores, humedales y lodos activados) entre los que se optó por el sistema de lodos activados puesto que genera las condiciones adecuadas para que las aguas residuales industriales puedan ser depuradas.

Tipo de tratamiento.- De las opciones de tratamiento de aguas residuales industriales, entre las cuales destacan: los tratamientos físicos, químicos y biológicos; se optó por el tipo de sistema de tratamiento físico dentro de los cuales se seleccionaron: rejas,

tanque regulación de caudal y sistema de flotación por aire disuelto (DAF), puesto que permiten la eliminación de los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual, así como también se eligió el tratamiento biológico siendo este el más predominante, donde se seleccionó el sistema de lodos activados debido a que posee una alta eficiencia de remoción de carga orgánica en comparación a otros sistemas de tratamientos biológicos, además nos permite minimizar olores generados en el proceso y presencia de vectores.

4.6. Diseño de la Planta de Tratamiento de efluentes industriales.-

Teniendo en cuenta los valores de los parámetros que determinan la calidad del agua residual industrial y la variación respecto a los VMA. Se procede a continuación a explicar la metodología utilizada para determinar el diseño de la Planta de Tratamiento de efluentes industriales.

Consideraciones para el diseño de la planta de tratamiento:

4.6.1. Rejas.- Para el diseño de las rejas se consideró rejas de limpieza manual.

A continuación se presenta los cálculos de los parámetros de diseño:

a) Área útil:

$$A_u = \frac{Q}{V}$$

Dónde:

A_u : Área Útil, m²

Q : Caudal máximo de entrada = 0.00927 m³/s

V : Velocidad de aproximación a la reja, valor recomendado por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) de 0,45 m/s

Luego:

$$A_U = \frac{0,00927 \text{ m}^3/\text{s}}{0,45}$$

$$A_U = 0,0206 \text{ m}^2$$

- b) **Ancho del canal:** A partir del ancho del canal, se calculó la suma de separaciones entre barras.

$$b = \left(\frac{b_g}{a} - 1 \right) (a + e) + a$$

Dónde:

b : Ancho del canal, asumir $b = 1 \text{ m}$

b_g : Suma de separaciones entre barras, m

a : Separación entre barras, $a = 0,035 \text{ m}$.

e : Espesor de las barras, $e = 0,012 \text{ m}$.

Luego:

$$1 = \left(\frac{b_g}{0,035 \text{ m}} - 1 \right) (0,035 \text{ m} + 0,012 \text{ m}) + 0,035 \text{ m}$$

$$b_g = 0,75362 \text{ m}$$

- c) **Área Total:** Debido a que la forma del canal de entrada tiene una forma rectangular se utiliza la siguiente ecuación:

$$A = b \times h$$

Dónde:

A : Área Total del canal de entrada, $A = 0,0206 \text{ m}^2$

b : Ancho del canal, $b = 1 \text{ m}$

h : Tirante del flujo en el canal, m

Luego:

$$0,0206 \text{ m}^2 = 1\text{m} \times h$$

$$h = 0,0206 \text{ m}$$

- d) **Área de espacios:** Es el producto de la suma de separaciones entre barras que presenta la reja con respecto a la hipotenusa que se forma por el ángulo de inclinación de la reja. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_e = H \times b_g$$

Dónde:

A_e : Área de espacios, m^2

H : Hipotenusa, m

b_g : Suma de separaciones entre barras, m

- e) **Cálculo de la Hipotenusa:**

$$\text{Hipotenusa} = \frac{h}{\text{Sen}\theta}$$

Dónde:

h : Tirante del flujo en el canal, $h = 0,0206 \text{ m}$.

θ : Ángulo de inclinación de las barras de las rejillas, asumir $\theta = 45^\circ$

Luego:

$$\text{Hipotenusa} = \frac{0,0206 \text{ m}}{\text{Sen}45^\circ}$$

$$\text{Hipotenusa} = 0,029 \text{ m}$$

Ahora este valor de la hipotenusa se reemplaza en la ecuación de Área de espacios:

$$A_e = 0,029 \text{ m} \times 0,75362 \text{ m}$$

$$A_e = 0,0218 \text{ m}^2$$

A continuación se calcula la velocidad que fluye a través de los espacios de las barras mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Q}{A_e}$$

Dónde:

V : Velocidad de circulación del fluido entre las barras, m/s

Q : Caudal máximo de entrada = $0,00927 \text{ m}^3/\text{s}$

Luego:

$$V = \frac{0,00927 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0218 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,425 \text{ m/s}$$

f) **Número de barras:**

$$N^\circ = \left(\frac{b - a}{a + e} \right)$$

Dónde:

N° : Número de barras.

a : Separación entre barras, $a = 0,035 \text{ m}$.

e : Espesor de las barras, $e = 0,012 \text{ m}$.

b : Ancho del canal, $b = 1 \text{ m}$.

Luego:

$$N^\circ = \left(\frac{1 - 0,035}{0,035 + 0,012} \right)$$

$$N^\circ = 20,53 \approx 21$$

g) Pérdida de carga:

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

h_f : Pérdida de la carga, m

V : Velocidad de circulación del fluido entre las barras,

$V = 0,425$ m/s.

v : Velocidad de aproximación del fluido a la reja, asumir:

$v = 0,30$ m/s.

g : Aceleración de la gravedad, $g = 9,81$ m/s²

Luego:

$$h_f = \frac{1}{0,7} \left(\frac{(0,425 \text{ m/s})^2 - (0,30 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_f = 0,0065 \text{ m}$$

De la pérdida de carga obtenida (véase la tabla, N°2.6, en la página "48"), nos indica que las pérdidas de carga admisibles no deben pasar de 0,15 m. Por lo tanto cuando genere una obstrucción del paso del agua residual a través de las barras de la reja deberán ser limpiadas; debido a que, puede generar una reducción de la velocidad del flujo del agua y por lo tanto una aglomeración de volumen en el canal de entrada.

h) Tanque de Regulación de Caudal.- Para la determinación del volumen del tanque de regulación de caudal se realizó los siguientes pasos:

Primer paso, calcular los volúmenes acumulados del efluente industrial, expresado en metros cúbicos.

TABLA N°4.5
DATOS DEL CAUDAL MEDIO EN UN PERIODO DE TIEMPO

Periodo de tiempo	Caudal medio durante el periodo de tiempo, m ³ /s
0-1	0,0028
1-2	0,0093
2-3	0,0017
3-4	0,0087
4-5	0,0082
5-6	0,0065

Fuente: Elaboración propia.

Para los periodos de tiempo que aparecen en la tabla, los volúmenes horarios correspondientes son:

Para el periodo 0-1:

$$V_{0-1} = (0,0028 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600 \text{ s/h})$$

$$V_{0-1} = 10,08 \text{ m}^3$$

Para el periodo 1-2:

$$V_{1-2} = (0,0093 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600 \text{ s/h})$$

$$V_{0-1} = 33,48 \text{ m}^3$$

Para el periodo 2-3:

$$V_{2-3} = (0,0017 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600 \text{ s/h})$$

$$V_{0-1} = 6,12 \text{ m}^3$$

Para el periodo 3-4:

$$V_{3-4} = (0,0087 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600 \text{ s/h})$$

$$V_{0-1} = 31,32 \text{ m}^3$$

Para el periodo 4-5:

$$V_{4-5} = (0,0082 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600 \text{ s/h})$$

$$V_{0-1} = 29,52 \text{ m}^3$$

Para el periodo 5-6:

$$V_{5-6} = (0,0065 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600 \text{ s/h})$$

$$V_{0-1} = 23,4 \text{ m}^3$$

El volumen acumulado al final de cada periodo de tiempo, expresado en metros cúbicos, se determina de la siguiente manera:

Al final del primer periodo de tiempo 0-1:

$$V_1 = 10,08 \text{ m}^3$$

Al final del segundo periodo de tiempo 1-2:

$$V_2 = 10,08 \text{ m}^3 + 33,48 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 43,56 \text{ m}^3$$

Al final del segundo periodo de tiempo 2-3:

$$V_3 = 43,56 \text{ m}^3 + 6,12 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 49,68 \text{ m}^3$$

Al final del tercer periodo de tiempo 3-4:

$$V_4 = 49,68 \text{ m}^3 + 31,32 \text{ m}^3$$

$$V_4 = 81,00 \text{ m}^3$$

Al final del cuarto periodo de tiempo 4-5:

$$V_5 = 81,00 \text{ m}^3 + 29,52 \text{ m}^3$$

$$V_5 = 110,52 \text{ m}^3$$

Al final del quinto periodo de tiempo 5-6:

$$V_6 = 110,52 \text{ m}^3 + 23,4 \text{ m}^3$$

$$V_6 = 133,92 \text{ m}^3$$

Segundo paso, graficar la curva de caudales acumulados y caudal medio. Esta gráfica se genera a partir de la representación de los intervalos de tiempo y de los volúmenes

acumulados en los ejes X e Y respectivamente (“Ver Apéndice 10.4: “Gráfica del volumen de regulación de caudales”).

En la gráfica se observa la pendiente de la recta trazada desde el origen hasta el punto final del diagrama representa el caudal medio del día, que en este caso es de 22,32 m³/h.

Tercer paso, determinar el volumen necesario. Este se halló trazando dos líneas paralelas a la del caudal medio y tangentes a la curva de caudales acumulados en los puntos externos. El volumen necesario viene expresado por la distancia vertical que separa a las dos rectas tangentes que limitan la curva de caudales acumulados. En este caso el volumen necesario es:

$$\text{Volumen del tanque de regulación} = 75 \text{ m}^3$$

Una vez calculado el volumen del tanque de regulación de caudal (V_T) se definió la geometría de dicho tanque, es decir, su largo (l) y ancho (a) y altura (h), para esto se debió utilizar como base de cálculo cualquiera de ellos. En este caso, se propuso un l de 5 m y un a de 5 m. Tomando en cuenta los valores de l y a propuestos, se obtuvo el área superficial (S_H) de la siguiente manera:

$$S_H = l \times a$$

$$S_H = (5 \text{ m}) \times (5 \text{ m})$$

$$S_H = 25 \text{ m}^2$$

Con la finalidad de obtener una altura de líquido no muy pequeña y poder almacenar las descargas de los efluentes, se calculó la altura del tanque (h) mediante la siguiente ecuación:

$$h = \frac{V_D}{S_H}$$

Dónde:

V_D = Volumen de diseño = 75 m^3

S_H = Área superficial del tanque de flotación = 25 m^2

Se tiene:

$$h = \frac{75 \text{ m}^3}{25 \text{ m}^2}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

i) **Difusión por Aire Disuelto (DAF).**- Los parámetros de diseño del sistema DAF, se presentan a continuación:

Cámara de presurización.-

Para la cámara de presurización los parámetros de diseño establecidos son:

- Carga hidráulica. (CHS_c)
- Tiempo de retención. (TRH_c)
- Presión de operación. (P)

Las dimensiones de la cámara de presurización según el catálogo de fabricante se establecieron en función del caudal de diseño, es decir, para $2,73 \text{ m}^3/\text{h}$, a continuación se muestran las dimensiones establecidas.

TABLA N°4.6
DIMENSIONES DE LA CÁMARA DE SATURACIÓN

Caudal (m^3/h)	Material	Peso Vacío (kg)	Peso en Operación (kg)	Medidas LxWxH (m)
2,71 - 3,9	PVC/SS	65	84	2,5 x 0,6 x 1,1

Fuente: FRC SYSTEMS INTERNATIONAL

El caudal ingresa por la entrada bridada de la cámara de saturación y permanece un tiempo de retención comprendida entre 0,5 a 3 min bajo la presión establecida para la disolución del aire en el agua. En algunas ocasiones, se utiliza como una forma de expresar la carga hidráulica, CHS_c .

El cálculo del área de la cámara de saturación se determinó a partir de las medidas establecidas en el catálogo de fabricante (véase la tabla N°4.6, en la página "90") donde se establece lo siguiente:

$$S_H = l \times a$$

$$S_H = (2,5\text{m}) \times (0,6\text{m})$$

$$S_H = 1,5 \text{ m}^2$$

El tiempo de retención asumido para la cámara de presurización fue de 2 min. A continuación se calculó la carga hidráulica superficial de la cámara de presurización en función del volumen de agua que pasa por unidad de área en un tiempo específico (tiempo de retención).

$$CHS_c = \frac{V_a}{TRH_c \times S_H}$$

Dónde:

$$V_a = 2,73 \text{ m}^3$$

$$TRH_c = 2 \text{ min}$$

$$S_H = 1,5 \text{ m}^2.$$

Se tiene:

$$CHS_c = \frac{2,73 \text{ m}^3}{2 \text{ min} \times 1,5 \text{ m}^2}$$

$$CHS_c = \frac{0,91 \text{ m}^3}{\text{min} \times \text{m}^2}$$

$$CHS_c = \frac{0,91 \text{ m}^3}{\text{min} \times \text{m}^2} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$CHS_c = 54,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \times \text{m}^2} = 54,6 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \times \text{h}$$

La presión de operación asumida en la cámara de presurización es de 70 psi.

Tanque de Flotación.- Para la cámara de presurización los parámetros de diseño establecidos son:

- Relación aire-sólidos. (A/S)
- Carga hidráulica. (CHS_t)
- Tiempo de retención. (TRH_t)

El volumen de diseño del tanque de flotación se determinó usando el caudal de diseño de $2,73 \text{ m}^3/\text{h}$ y asumiendo un tiempo de retención en el tanque de flotación de 20 minutos.

$$V_D = Q \times TRH_c$$

$$V_D = 2,73 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 20 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

Se obtiene:

$$V_D = 0,91 \text{ m}^3$$

Una vez calculado V_D se definió la geometría del tanque de flotación, es decir, su largo (l) y ancho (a) y altura (h), para esto se debió utilizar como base de cálculo cualquiera de ellos. En este caso, se propuso un l de 1,75 m y un a de 0,8 m, con la finalidad de obtener una altura de líquido no muy

pequeña y facilitar la separación de aceites, grasas y sólidos suspendidos. Tomando en cuenta los valores de l y a propuestos, se obtuvo el área superficial (S_H) de la siguiente manera:

$$S_H = l \times a$$

$$S_H = (1,75 \text{ m}) \times (0,8 \text{ m})$$

$$S_H = 1,42 \text{ m}^2$$

Con la finalidad de obtener una altura de líquido no muy pequeña y facilitar las separaciones de los aceites, grasas y sólido suspendido, se tiene que la altura del líquido (h), estuvo dada por siguiente ecuación:

$$h = \frac{V_D}{S_H}$$

Dónde:

$$V_D = \text{Volumen de diseño} = 0,90 \text{ m}^3$$

$$S_H = \text{Área superficial del tanque de flotación} = 1,42 \text{ m}^2$$

Se tiene:

$$h = \frac{0,90 \text{ m}^3}{1,42 \text{ m}^2}$$

$$h = 0,65 \text{ m}$$

El valor obtenido de la altura del tanque de flotación lo duplicamos para asegurar que la nata de sólidos y aceites formados no rebalse la zona de flotación, obteniéndose lo siguiente:

$$h_1 = 1,29 \text{ m}$$

El tiempo de retención asumido para el tanque de flotación fue de 20 min. A continuación se calculó la carga hidráulica superficial del tanque de flotación en función del volumen de agua que pasa por unidad de área en un tiempo específico. (Tiempo de retención)

$$CHS_t = \frac{V_a}{TRH_t \times S_H}$$

Dónde:

$$V_a = 2,73 \text{ m}^3.$$

$$TRH_c = 20 \text{ min}$$

$$S_H = 1,42 \text{ m}^2.$$

Se tiene:

$$CHS_c = \frac{2,73 \text{ m}^3}{20 \text{ min} \times 1,42 \text{ m}^2}$$

$$CHS_c = \frac{0,096 \text{ m}^3}{\text{min} \times \text{m}^2}$$

$$CHS_c = \frac{0,096 \text{ m}^3}{\text{min} \times \text{m}^2} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$CHS_c = 5,77 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \times \text{m}^2} = 5,77 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \times \text{h}$$

- **Relación aire-sólidos. (A/S)**

$$\frac{A}{S} = \frac{1.3s_a (f * P - 1)}{S_a}$$

Dónde:

$$s_a = 15,7 \text{ mg/l}$$

f = Se asume el valor de 0,5.

P = Se asume una presión de 70 Psi que equivale a 482,63 kPa.

La presión de operación (P) al momento de ser reemplazada en la fórmula de la relación A/S debe estar en unidades de atmósferas, por lo que en la siguiente ecuación se establece la conversión de unidades:

$$P = \frac{p + 101,35}{101,35}$$

Luego:

$$p = 482,63 \text{ kPa}$$

$$P = \frac{482,63 + 101,35}{101,35}$$

$$P = 5,76 \text{ atm}$$

S_a = Concentración de sólidos suspendidos. (ml/L), se obtiene de los sólidos suspendidos totales obtenidos del análisis en laboratorio de los efluentes industriales, es decir, 144,8 mg/l.

Se tiene:

$$\frac{A}{S} = \frac{1,3 \times 15,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}} (0,5 * 5,76 \text{ atm} - 1)}{133,216 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}$$

$$\frac{A}{S} = 0,288$$

El tiempo de retención asumido recomendado desde que se inicia el llenado del equipo, hasta que se alcanza el volumen de diseño es 20 minutos.

- j) **Sistema de lodos activados.**- Los parámetros de diseño del sistema de lodos activados, se presenta a continuación:

Tanque de Aireación.-Para determinar las condiciones de diseño en el tanque de aireación partimos de los resultados obtenidos en los procesos anteriores:

- En el sistema DAF se obtuvo una remoción del DBO₅ del 60 % pasando de una concentración de 782,23 mg/L a 312,892 mg/L.
- El valor del DBO₅ en el efluente se estimó a una eficiencia de 93% de remoción de la DBO₅, obteniéndose un valor de 21,90 mg/L (véase tabla N° 2.13, en la página "71").
- El factor de biodegradabilidad obtenido anteriormente es de 0,66, por lo que en la nos permite calcular la fracción biodegradable en la siguiente ecuación:

$$f = \text{Factor de biodegradabilidad} \times \text{DBO}_5 \text{ efluente}$$

Dónde:

Factor de Biodegradabilidad = 0,66

DBO₅ afluente = 21,90 mg/L.

Sólidos Biológicos del efluente = 21,64 mg/L.

Se tiene:

$$f = 0,66 \times 21,64 \text{ mg/L}$$

$$f = 14,28 \text{ mg/L}$$

Una vez obtenida la fracción biodegradable se procede a calcular la DBO_L:

$$DBO_L = f \times \left(\frac{1,42 \text{ mg O}_2 \text{ Consumidos}}{\text{mg de células oxidadas}} \right)$$

Dónde:

$$f = 14,28 \text{ mg/L}$$

Se tiene:

$$DBO_L = 14,28 \text{ mg/L} \times \left(\frac{1,42 \text{ mg O}_2 \text{ Consumidos}}{\text{mg de células oxidadas}} \right)$$

$$DBO_L = 20,28 \text{ mg/L}$$

El cálculo de la DBO_L nos permite obtener DBO_5 de sólidos suspendidos en el efluente, la cual estuvo dada por la siguiente ecuación:⁶⁴

$$DBO_5 \text{ sólidos suspendidos del efluente} = DBO_L \times 0,68$$

$$DBO_5 \text{ sólidos suspendid. del efluente} = 20,28 \text{ mg/L} \times 0,68$$

$$DBO_5 \text{ sólidos suspendidos del efluente} = 13,79 \text{ mg/L}$$

Tomando en cuenta el valor obtenido de la DBO_5 de sólidos suspendidos en el efluente, se obtuvo la DBO_5 soluble del afluente que escapa al tratamiento de la siguiente manera:⁶⁵

$$DBO_5 \text{ efluente} = DBO_5 \text{ soluble afluente escapa tratamiento} \\ + DBO_5 \text{ sólidos en suspensión del efluente}$$

Dónde:

$$DBO_5 \text{ del efluente} = 21,90 \text{ mg/L}$$

$$DBO_5 \text{ de los sólidos en suspensión del efluente} = 13,79 \text{ mg/L}$$

⁶⁴ BETETA RIERA, ANDREU. E.D.A.R Para una población de más de 100.000 habitantes equivalentes. Proyecto de estudio. Catalunya, España. Universidad Politécnica de Catalunya, 2015

⁶⁵ METCALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización. España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, pág. 674.

Se tiene:

$$21,90 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \text{DBO}_5 \text{ soluble del afluente que escapa al tratamiento} \\ + 13,79 \text{ mg/L}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ soluble del afluente escapa al tratamiento} = 8,11 \text{ mg/L}$$

Del resultado obtenido nos permite determinar el volumen del tanque de aireación, a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{SSVLM} = \frac{\theta_c}{\theta} \times \frac{Y \times (S_0 - S)}{(1 + k_d \times \theta_c)}$$

Si:

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

La ecuación para obtener el tiempo de retención hidráulico nos permitió obtener el valor del volumen del tanque de aireación, el cual reemplazándolo en la ecuación Concentración de Sólidos Suspendidos Volátiles en el Licor de Mezcla (SSVLM), se obtiene la siguiente ecuación:

$$V = \frac{\theta_c \times Q}{\text{SSVLM}} \times \frac{Y \times (S_0 - S)}{(1 + k_d \times \theta_c)}$$

Dónde:

θ_c = Se asume el valor de 8 días

Q = Caudal de diseño de 2,73 m³/h

Y = Se asume el valor de 0,56 g/g

k_d = Se asume el valor de 0,1 d⁻¹

SSVLM = Se asume el valor de 3500 mg/L

$S_0 = \text{DBO}_5 \text{ afluente, } 312,892 \text{ mg/L}$

$S = \text{DBO}_5 \text{ soluble del efluente escapa al tratamiento, } 8,11 \text{ mg/L}$

Se tiene:

$$V = \frac{8d \times 65,53 \text{ m}^3 / \text{dia}}{3500 \text{ mg/L}} \times \frac{0,56 \text{ g/g} \times (312,892 \text{ mg/L} - 8,11 \text{ mg/L})}{(1 + 0,1 \text{ d}^{-1} \times 8d)}$$

$$V = 14,20 \text{ m}^3$$

Una vez calculado V se definió la geometría del tanque de aireación, es decir, su largo (l) y ancho (a) y altura (h), para esto se debió utilizar como base de cálculo cualquiera de ellos. En este caso, se propuso un h de 2 m, con la finalidad de obtener una altura de líquido no muy pequeña y facilitar la generación de los lodos activados. Tomando en cuenta el valor de h propuesto y el V obtenido anteriormente, se obtuvo el área superficial (S_H) de la siguiente manera:

$$S_H = \frac{V_D}{h}$$

Dónde:

$V_D = \text{Volumen de diseño} = 14,20 \text{ m}^3$

$S_H = \text{Altura del tanque de flotación} = 2\text{m}$

Se tiene:

$$S_H = \frac{14,20 \text{ m}^3}{2\text{m}}$$

$$S_H = 7,1 \text{ m}^2$$

Por último una vez obtenida el área superficial (S_H) del tanque de aireación, se establece que la relación entre su largo (l) y

ancho (a) debe estar en la relación de 1:2, obteniéndose lo siguiente:

$$S_H = l \times a$$

$$7,1 \text{ m}^2 = (2k) \times (k)$$

$$7,1 \text{ m}^2 = 2k^2$$

$$k = 1,88 \text{ m}$$

Reemplazando el valor obtenido en las dimensiones de largo (l) y ancho (a), se tiene lo siguiente:

$$l = 3,76 \text{ m}$$

$$a = 1,88 \text{ m}$$

El cálculo del volumen del tanque de aireación nos permitió obtener el tiempo de retención hidráulica, que viene dada por la siguiente ecuación:

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

Dónde:

$$V = 14,20 \text{ m}^3$$

$$Q = 2,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se tiene:

$$\theta = \frac{14,20\text{m}^3}{2,73 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$\theta = 5,2 \text{ h}$$

$$\theta = 0,216 \text{ d}$$

- La relación alimento / microorganismo (F/M):

$$F/M = \frac{DBO}{MLVSS \times \theta}$$

Dónde:

SSVLM = Se asume el valor de 3500 mg/L.

DBO = 312,892 mg/L

$\theta = 0,216$ d

Se tiene:

$$F/M = \frac{312,892 \text{ mg/L}}{3500 \text{ mg/L} \times 0,216 \text{ d}}$$

$$F/M = 0,425 \text{ d}^{-1}$$

- Producción observada (Y_{obs}):

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \times \theta_c}$$

Dónde:

Y = Se asume el valor de 0,56 g/g.

k_d = Se asume el valor de 0,1 d⁻¹.

θ_c = Se asume el valor de 8 días.

Se tiene:

$$Y_{obs} = \frac{0,56 \text{ g/g}}{1 + 0,1 \text{ d}^{-1} \times 8 \text{ d}}$$

$$Y_{obs} = 0,311$$

• **Producción de fango (Px):**

$$P_X = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \times \left(\frac{10^3 \text{ g}}{\text{kg}}\right)^{-1}$$

Dónde:

$$Y_{obs} = 0,311$$

$$Q = 2,73 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$S_0 = \text{DBO}_5 \text{ afluente, } 312,892 \text{ mg/L}$$

$$S = \text{DBO}_5 \text{ soluble del efluente escapa al tratamiento, } 8,11 \text{ mg/L}$$

Se tiene:

$$P_X = 0,311 \times \left(65,53 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}\right) \times (312,892 - 8,11 \text{ mg/L}) \times \left(\frac{10^3 \text{ g}}{\text{kg}}\right)^{-1}$$

$$P_X = 6,211 \text{ Kg/d}$$

• **Masa total de fango en base a los sólidos en suspensión**

$P_{X(SS)}$:

$$P_{X(SS)} = \frac{P_X}{0,8}$$

Dónde:

$$P_X = 6,211 \text{ Kg/d}$$

Se tiene:

$$P_{X(SS)} = \frac{6,211 \text{ Kg/d}}{0,8}$$

$$P_{X(SS)} = 7,76 \text{ Kg/d}$$

• **Determinación de la cantidad de lodo a purgar:**

Masa a purgar = incremento SSLM – SSperdidos efluente

Dónde:

$$\text{Incremento de SSLM} = P_{x(SS)} = 7,76 \text{ Kg/d}$$

$$\text{SS perdidos en el efluente} = 21,64 \text{ mg/L}$$

$$Q = 2,73 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Se tiene:

$$\text{Masa a purgar} = 7,76 \frac{\text{Kg}}{\text{d}} - 2,73 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 21,64 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times \frac{1\text{Kg}}{10^6\text{mg}} \times \frac{10^3\text{L}}{1\text{m}^3} \times \frac{24\text{h}}{1\text{d}}$$

$$\text{Masa a purgar} = 7,76 \frac{\text{Kg}}{\text{d}} - 1,417 \frac{\text{Kg}}{\text{d}}$$

$$\text{Masa a purgar} = 6,34 \frac{\text{Kg}}{\text{d}}$$

• **Determinación de la demanda de oxígeno $\text{Kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}}$:**

$$\text{Kg} \frac{\text{O}_2}{\text{d}} = \left(\frac{Q \times (S - S_0) \times \left(\frac{10^3\text{g}}{\text{kg}}\right)^{-1}}{f} \right) - 1,42 \times (P_x)$$

Dónde:

$$S_0 = \text{DBO}_5 \text{ afluente, } 312,892 \text{ mg/L}$$

$$Q = 2,73 \text{ m}^3/\text{h} \approx 65,52 \text{ m}^3/\text{día}.$$

$$S = \text{DBO}_5 \text{ soluble del efluente escapa al tratamiento, } 8,11 \text{ mg/L}$$

f = Se asume el valor de 0,45.

$$P_x = 6,211 \text{ Kg/d}$$

Si:

$$\text{DBO}_5 = Q \times (S - S_0)$$

Se tiene:

$$DBO_5 = 65,52 \text{ m}^3/\text{dia} \times (312,892 \text{ mg/L} - 8,11 \text{ mg/L})$$

$$DBO_5 = 65,52 \text{ m}^3/\text{dia} \times (304,782 \text{ mg/L}) \times \left(\frac{1\text{Kg} \times \text{L}}{1000\text{mg} \times \text{m}^3}\right)$$

$$DBO_5 = 19,97 \frac{\text{Kg}}{\text{dia}}$$

Una vez obtenida la DBO_5 , se reemplaza el valor obtenido en la ecuación para determinar la demanda de oxígeno.

Se tiene:

$$\text{Kg} \frac{O_2}{d} = \left(\frac{Q \times (S - S_0) \times \left(\frac{10^3 \text{g}}{\text{kg}}\right)^{-1}}{f} \right) - 1,42 \times (P_x)$$

$$\text{Kg} \frac{O_2}{d} = \left(\frac{19,97 \frac{\text{Kg}}{\text{dia}}}{0,45} \right) - 1,42 \times (6,211 \text{ Kg/d})$$

$$\text{Kg} \frac{O_2}{d} = 35,58 \text{ Kg/d}$$

Una vez obtenida la demanda de oxígeno $\text{Kg} \frac{O_2}{d}$ es necesario calcular el caudal del aire necesario suponiendo que la transferencia de oxígeno de los equipos de aireación es del 8%.

a. Se calcula la cantidad teórica de aire necesario, suponiendo que el aire tiene un contenido de oxígeno del 23,2% es:

$$\frac{\text{Kg} \frac{O_2}{d}}{\rho_{\text{aire}} \times 23,22\%} = \text{cantidad teórica de aire}$$

Dónde:

$$Kg \frac{O_2}{d} = 35,58 \text{ Kg/d}$$

$$\rho_{aire} = 1,210 \text{ kg/m}^3$$

Se tiene:

$$\frac{35,58 \text{ Kg/d}}{1,210 \text{ kg/m}^3 \times 23,22\%} = \text{cantidad teórica de aire}$$

$$126,63 \text{ m}^3/\text{dia} = \text{cantidad teórica de aire}$$

- b. Una vez calculado el valor de la cantidad teórica de aire necesario, se determina a partir de este valor la cantidad real, suponiendo un 12% de eficiencia en la transferencia de oxígeno:

$$\frac{126,63 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}}{0,12} = 1266,3 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{d}}{1440 \text{ min}} = 0,7328 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

- c. Por último se asume un factor de seguridad al dato obtenido y se obtiene la demanda de aire de proyecto:

Dónde:

$$\text{Factor de seguridad} = 2$$

Se tiene:

$$2 \times 0,732 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 1,465 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{h}} = 87,93 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

• **Determinación el número de difusores en el tanque de aireación:**

Dónde:

$$\text{Demanda de aire proyectado} = 87,93 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Según el catálogo de fabricante se asume lo siguiente:

$$\text{Capacidad de aireación por difusor} = 2,66 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

(Ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales").

Se tiene:⁶⁶

$$\text{Número de difusores} = 87,93 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{\text{h}}{2,66 \text{ m}^3} = 33 \text{ difusores}$$

Tanque de Sedimentación:

A continuación se presenta los cálculos de los parámetros de diseño:

• **Flujo de sólidos por acción de la gravedad (SF_g)**

$$SF_g = kC_l V_l$$

Para realizar el cálculo del flujo de sólidos se tomó como referencia los datos de la siguiente tabla:

⁶⁶ BELLERA VILAR, CARLA; FERNÁNDEZ, EVA; SERNA CANTERO, ÁLVARO; DOMÉNECH SELLAS, ENRIC; LÓPEZ DE LEÓN, LUIS RAFAEL. **Planta de Producción de Acetaldehído**. Proyecto de estudio. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 2010.

TABLA N°4.7
DATOS DISPONIBLES DE SEDIMENTACIÓN

C_i : Concentración Sólidos X, mg/L	V_i : Velocidad Sedimentación inicial, m/h
1000	4
1500	3,5
2000	2,8
2500	1,8
3000	1,12
4000	0,55
5000	0,30
6000	0,20
7000	0,13
8000	0,094
9000	0,07

Fuente: Metcalf & Eddy

Dónde:

$$K = 1/100$$

Se tiene:

Para $C_i=1000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (4 \text{ m/h})(1000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 4 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=1500$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (3,5 \text{ m/h})(1500 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 5,25 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=2000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (2,8 \text{ m/h})(2000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 5,60 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=2500$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (1,8 \text{ m/h})(2500 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 4,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=3000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (1,12 \text{ m/h})(3000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 3,42 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=4000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (0,55 \text{ m/h})(4000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 2,20 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=5000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (0,30 \text{ m/h})(5000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 1,50 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=6000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (0,20 \text{ m/h})(6000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 1,20 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=7000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (0,13 \text{ m/h})(7000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 0,91 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=8000$ mg/L

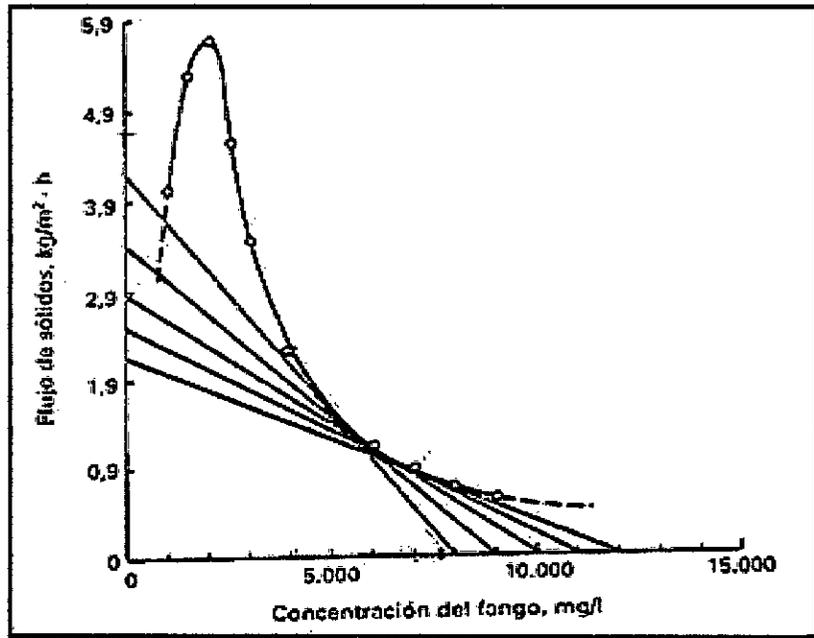
$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (0,094 \text{ m/h})(8000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 0,75 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Para $C_i=9000$ mg/L

$$SF_g = \left(\frac{1}{1000}\right) (0,07 \text{ m/h})(9000 \text{ mg/L}) \rightarrow SF_g = 0,63 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

Luego de hallar el flujo de sólidos para cada caso, se procede a representar los valores en una gráfica de Flujo de Sólidos vs Concentración de lodos.

FIGURA N° 4.1
CURVA DE FLUJO DE SÓLIDOS



Fuente: Metcalf & Eddy.

Utilizando la curva de flujo de sólidos, se determina los valores límites de flujo de sólidos para concentraciones de lodos del fondo variables entre 8000 y 12000 mg/l, tomado como referencia estos valores del libro del Metcalf y Eddy.

Para obtener los valores del Flujo de Sólidos Limitante (SFL) se traza las tangentes a la curva de flujo de sólidos tomando como punto de inicio las concentraciones de lodos de 8000, 9000, 10000, 11000 y 12000 mg/l respectivamente para hallar los valores del flujo de sólidos limitante.

Los valores obtenidos de límite del flujo de sólidos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N°4.8

**VALORES LÍMITES DEL FLUJO DE SÓLIDOS PARA
DIFERENTES CONCENTRACIONES DE LODO DEL FONDO**

Concentraciones del lodo, mg/l X_U	8000	9000	10000	11000	12000
SF_L, kg/m².h	4,2	3,4	2,85	2,5	2,1

Fuente: Metcalf & Eddy

• **Relación de recirculación (α)**

Para determinar la relación de recirculación es necesaria mantener la concentración de sólidos suspendidos del líquido mezcla (SSLM) en 4000 mg/L.

$$\alpha = \frac{SSLM}{X_U - SSLM}$$

Se tiene:

$$\alpha = \frac{4000 \text{ mg/L}}{X_U - 4000 \text{ mg/L}}$$

Las diferentes relaciones de recirculación en función a las diferentes concentraciones de los lodos del fondo se determinan de la siguiente manera:

Para: $X_U = 8000 \text{ mg/L}$

$$\alpha = \frac{4000 \text{ mg/L}}{8000 \text{ mg/L} - 4000 \text{ mg/L}} \rightarrow \alpha = 1$$

Para: $X_U = 9000 \text{ mg/L}$

$$\alpha = \frac{4000 \text{ mg/L}}{9000 \text{ mg/L} - 4000 \text{ mg/L}} \rightarrow \alpha = 0,8$$

Para: $X_U = 10000 \text{ mg/L}$

$$\alpha = \frac{4000 \text{ mg/L}}{9000 \text{ mg/L} - 4000 \text{ mg/L}} \rightarrow \alpha = 0,67$$

Para: $X_U = 11000 \text{ mg/L}$

$$\alpha = \frac{4000 \text{ mg/L}}{11000 \text{ mg/L} - 4000 \text{ mg/L}} \rightarrow \alpha = 0,57$$

Para: $X_U = 12000 \text{ mg/L}$

$$\alpha = \frac{4000 \text{ mg/L}}{12000 \text{ mg/L} - 4000 \text{ mg/L}} \rightarrow \alpha = 0,5$$

• **Superficie de espesamiento necesaria para lodos (A)**

Para determinar la superficie de espesamiento necesaria del tanque de sedimentación para a las diferentes concentraciones de lodos del fondo y las diferentes relaciones de recirculación, se utiliza la siguiente ecuación:

$$A = \frac{(1+\alpha)(Q)(X_U)(3600 \text{ s/h})}{(SF_a)\left(\frac{1000g}{kg}\right)}$$

Dónde:

A: Superficie transversal, m^2 .

Q= 2,73 m^3/h .

SF_a : Flujo de solidos medio aplicado, $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

Se asume: $SF_a = SF_L$

TABLA N°4.9
VALORES OBTENIDOS DE LAS DIFERENTES RELACIONES
DE RECIRCULACIÓN

Xu, mg/L	8000	9000	10000	11000	12000
SF_L, kg/m².h	4,2	3,4	2,85	2,5	2,1
α	1	0,8	0,67	0,57	0,5

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene:

Para: α = 1

$$A = \frac{(1 + 1)(2,73)(8000)(3600 \text{ s/h})}{(4,2)\left(\frac{1000\text{g}}{\text{kg}}\right)}$$

$$A = 10,4 \text{ m}^2$$

Para: α = 0,8

$$A = \frac{(1 + 0,8)(2,73)(9000)(3600 \text{ s/h})}{(3,4)\left(\frac{1000\text{g}}{\text{kg}}\right)}$$

$$A = 13,01 \text{ m}^2$$

Para: α = 0,67

$$A = \frac{(1 + 0,67)(2,73)(10000)(3600 \text{ s/h})}{(2,85)\left(\frac{1000\text{g}}{\text{kg}}\right)}$$

$$A = 15,99 \text{ m}^2$$

Para: α = 0,57

$$A = \frac{(1 + 1)(2,73)(11000)(3600 \text{ s/h})}{(2,5)\left(\frac{1000\text{g}}{\text{kg}}\right)}$$

$$A = 18,86 \text{ m}^2$$

Para: $\alpha = 0,5$

$$A = \frac{(1 + 0,5)(2,73)(12000)(3600 \text{ s/h})}{(2,1)\left(\frac{1000\text{g}}{\text{kg}}\right)}$$

$$A = 23,4 \text{ m}^2$$

• Carga Superficial (CS)

Las cargas de superficie correspondientes a las cargas de solidos se determina mediante la siguiente ecuación:

$$CS = \frac{Q}{A}$$

Dónde:

CS: Carga Superficial, $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

$Q = 2,73 \text{ m}^3/\text{h}$

A: Superficie transversal, m^2 .

Se tiene:

Para: $A = 10,4 \text{ m}^2$

$$CS = \frac{2,73 \text{ m}^3/\text{h}}{10,4 \text{ m}^2} \rightarrow CS = 0,26 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Para: $A = 13,01 \text{ m}^2$

$$CS = \frac{2,73 \text{ m}^3/\text{h}}{13,01 \text{ m}^2} \rightarrow CS = 0,21 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Para: $A = 15,99 \text{ m}^2$

$$CS = \frac{2,73 \text{ m}^3/\text{h}}{15,99 \text{ m}^2} \rightarrow CS = 0,17 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Para: $A = 18,86 \text{ m}^2$

$$CS = \frac{2,73 \text{ m}^3/\text{h}}{18,86 \text{ m}^2} \rightarrow CS = 0,14 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Para: $A = 10,4 \text{ m}^2$

$$CS = \frac{2,73 \text{ m}^3/\text{h}}{23,4 \text{ m}^2} \rightarrow CS = 0,11 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Se asume que el diseño final estará basado en una concentración de 8000 mg/L. Valor referencial de la concentración recomendada por Metcalf y Eddy.

A continuación se muestra la tabla con los siguientes datos obtenidos:

TABLA N°4.10
RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS

X_u , mg/L	8000	9000	10000	11000	12000
Carga sólidos, $\text{kg}/\text{m}^2.\text{h}$	4,2	3,4	2,85	2,5	2,1
CS, $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$	0,26	0,21	0,17	0,14	0,11

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se muestra la carga de superficie para una concentración de lodo del fondo de 8000 mg/L es $0,26 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, equivalente a una velocidad de sedimentación de 0,26 m/h.

En referencia a la curva de sedimentación, una velocidad de sedimentación de 0,26 m/h, correspondería a una concentración de lodos del fondo de 2100 mg/L. La concentración de sólidos en la interfase será inferior a este valor, la superficie de clarificación adoptada parece responder a criterios conservadores.

La profundidad necesaria para la zona de espesamiento. Se asume que la profundidad mínima permisible en la zona clarificada del tanque de sedimentación se establece en 1,8 m.

Se asume que se encuentra bajo condiciones normales, la masa de lodo retenido en el tanque de sedimentación secundaria es igual al 30 por 100 de la masa del tanque de aireación, y que la concentración media de sólidos en la zona de lodo es aproximadamente 6000 mg/L.

A partir de estos datos se determina lo siguiente:

$$\text{Sólidos en tanque de aireación} = (V_r)(SSLM) \left(\frac{1g}{1000kg} \right)$$

Dónde:

V_r : Volumen del reactor de aireación es igual a 14,20 m³.

$SSVLM$: Se asume un valor igual a 4000 mg/L.

Se tiene:

$$\text{Sólido tanque de aireacion} = (14,20\text{m}^3) \left(4000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \left(\frac{1g}{1000kg} \right)$$

$$\text{Sólidos en tanque de aireacion} = 56,8 \text{ kg}$$

A continuación se determina la masa de sólidos en el tanque de sedimentación:

$$\text{Sólidos tanque sedimentación} = 30\%(\text{Sólidos tanque de aireación})$$

$$\text{Sólidos en tanque de sedimentación} = 30\% (56,8 \text{ kg})$$

$$\text{Sólidos en tanque de sedimentación} = 17,04 \text{ kg}$$

• **Profundidad de la zona de lodos**

$$d = \frac{\text{Sólidos en el tanque de sedimentación}}{(\text{Concentración media de sólidos en la zona de lodos})(A)}$$

Dónde:

Sólidos en el tanque de sedimentación = 17,04 kg

Concentración media de sólidos = 6000 mg/L

Se tiene:

$$d = \frac{17,04 \text{ kg}}{\left(6000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) (10,4 \text{ m}^2)} \times \left(1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}\right)$$

$$d = 0,27 \text{ m}$$

• **Producción de lodos (P_x)**

$$P_x = Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S) \times \left(\frac{10^3 \text{ g}}{\text{kg}}\right)^{-1}$$

Dónde:

$$Y_{obs} = 0,311$$

$$S_0 = 1,5(\text{DBO}_5 \text{ afluente}) = 1,5(312,892) = 469,34 \text{ mg/L}$$

$$S = 12,86 \text{ mg/L}$$

Se asume que el caudal punta sostenido es de 1 día es de 1.25 Q medio y que la carga punta sostenida de DBO en 7 días es de 1.5 DBO media, y que ambas puntas se producen simultáneamente.

$$Q_{punta} = 1,25 Q_{diseño}$$

$$Q_{diseño} = 2,73 \text{ m}^3/\text{h} \times 24\text{h} = 65,52 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{Punta} = 1,25 \times 65,52 \text{ m}^3/\text{d} = 81,9 \text{ m}^3/\text{d}$$

Reemplazando los datos en la ecuación de producción de lodos:

$$P_x = 0,311 \times 81,9 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times \left(469,34 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 12,86 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \times \left(\frac{10^3 \text{g}}{\text{kg}} \right)^{-1}$$

$$P_x = 11,63 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$$

Para calcular la profundidad de almacenamiento de lodos necesaria para el tanque de sedimentación.

Se asume que los sólidos totales presentes en el tanque de sedimentación equivalen a:

$$\text{Sólidos totales tanque sedimentación} = 17,04 \text{ kg} + 11,63 \text{ kg}$$

$$\text{Sólidos totales en tanque de sedimentación} = 28,67 \text{ kg}$$

A partir de esta cantidad obtenida de sólidos totales presentes en el tanque de sedimentación, se calcula la profundidad de almacenamiento de dichos lodos en el tanque de sedimentación.

$$d = \frac{28,67 \text{ kg}}{\left(6000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) (10,4 \text{ m}^2)} \times \left(1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right)$$

$$d = 0,46 \text{ m}$$

Entonces la profundidad total necesaria será:

$$\text{Profundidad} = 1,8 \text{ m} + 0,27 \text{ m} + 0,46 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = 2,53 \text{ m}$$

Luego se comprueba la carga de superficie a caudal punta:

Dónde:

$$\text{Caudal punta} = 1,25 \times 65,52 \text{ m}^3/\text{d} = 81,9 \text{ m}^3$$

Se tiene:

$$\text{Carga de superficie a caudal punta} = \frac{81,9 \text{ m}^3/\text{d}}{10,4 \text{ m}^2}$$

$$\text{Carga de superficie a caudal punta} = 7,87 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

4.7. Remoción de los Parámetros Contaminantes.- La eficiencia de la remoción para los parámetros contaminantes del proceso de tratamiento (físico y biológico) de aguas residuales viene dada por la siguiente ecuación:⁶⁷

$$\% \text{Eficiencia} = \left(1 - \frac{C_s}{C_e} \right) \times 100\%$$

Dónde:

C_s : Concentración de salida, mg/L ó mL/L/h.

C_e : Concentración de entrada, mg/L ó mL/L/h.

$\% \text{Eficiencia}$: Eficiencia de remoción del tratamiento.

- Para la remoción de la DBO₅ en el tanque de regulación se tiene:

$$C_e = 823,40 \text{ mg/L.}$$

$\% \text{Eficiencia} = 5\%$ (véase la tabla N°2.12 en la página "70").

$$5\% = \left(1 - \frac{C_s}{823,40 \text{ mg/L}} \right) \times 100\%$$

$$C_s = 782,23 \text{ mg/L.}$$

⁶⁷ BUENAÑO DÁVALOS, MAYRA GABRIELA. **Propuesta de una Planta de Tratamiento de aguas residuales de la empresa envasadora de leche del Cantón Rumifañui, para que cumpla con la norma técnica ambiental (T.U.L.A.S).** Tesis para obtener el Título Profesional, Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 2015

- Para la remoción de la DBO₅ en la flotación por aire disuelto (DAF) se tiene:

$$C_e = 782,23 \text{ mg/L.}$$

%Eficiencia = 60% (véase la tabla N°2.12 en la página "70").

$$60\% = \left(1 - \frac{C_s}{782,23 \text{ mg/L}}\right) \times 100\%$$

$$C_s = 312,89 \text{ mg/L.}$$

- Para la remoción de la DBO₅ en el tanque de aireación se tiene:

$$C_e = 312,89 \text{ mg/L.}$$

%Eficiencia = 93% (véase la tabla N°2.13 en la página "71").

$$93\% = \left(1 - \frac{C_s}{312,89 \text{ mg/L}}\right) \times 100\%$$

$$C_s = 21,9 \text{ mg/L.}$$

La ecuación de eficiencia de remoción de los parámetros contaminantes mencionada líneas arriba, permitió el cálculo para los demás parámetros de control (DQO, SS, SST y aceites y grasas), cuyos resultados se detallan por tipo de tratamiento físico y biológico (véase la tabla N°5.10 y la tabla N° 5.11 en las páginas "131" y "132" respectivamente).

4.8. Procedimiento de recolección de datos.- Las muestras recolectadas en el punto de aforo previa a la descarga de los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A del proceso UHT fueron llevadas para el análisis al laboratorio acreditado Servicios Analíticos Generales S.A.C. (Ver en Apéndice 10.6 "Informes de ensayo" los resultados de laboratorio). Todas las tomas de muestras se realizaron con estricta adherencia al protocolo de monitoreo y preservación de muestras respectivo.

4.9. Procesamiento estadístico y análisis de datos.- Una vez procesada la información, permitió convertir la información recolectada y obtenida en datos de fácil manipulación, para lo cual en el procesamiento estadístico y análisis de datos se simplificó en el uso del programa Excel con fines didácticos en la caracterización de los parámetros, dependiendo de las características de cada parámetro se efectuaron los gráficos de tipo columnas los cuales nos permitieron representar y comparar los datos obtenidos en el análisis de las muestras con respecto a las concentraciones de los parámetros establecidas en la normatividad vigente.

Las concentraciones de los parámetros fueron representadas por una barra vertical cuya altura estuvo determinada por el valor que representa, entre mayor fueron los valores, la columna del gráfico fue más alta. Cabe mencionar que las categorías de datos aparecen en el eje horizontal y los valores numéricos en el eje vertical. De esta manera podemos decir que un gráfico de columnas en Excel nos permite visualizar las diferencias entre las magnitudes de los datos que están siendo representados.

La representación gráfica de los datos obtenidos de pH y T° a diferencia de los otros parámetros analizados fueron representados a través de los gráficos de línea de series temporales, debido a que los intervalos de tiempo en que fueron tomadas las muestras no eran de forma continua.

CAPITULO V

RESULTADOS

La población para el presente trabajo de investigación son los efluentes industriales los mismos que fueron aforados en el colector de salida de la planta del proceso UHT (PTO-1) obteniéndose un caudal de diseño es de 2,73 m³/h, siendo este uno de los parámetros de mayor importancia como punto de partida para el diseño de la planta de tratamiento de efluentes industriales de la Industria láctea del proceso UHT que permita la disposición final de las aguas tratadas cumpliendo con la normatividad vigente, Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.(Ver Apéndice 10.2: "Plano de la Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales"), la muestra las referimos a los volúmenes necesarios para la caracterización de los VMA.

5.1. Caracterización de las aguas residuales industriales.- Para la descarga de aguas residuales industriales al colector de salida de la planta del proceso UHT hacia el sistema de alcantarillado se muestran los resultados de laboratorio, esta caracterización de las aguas residuales considera además la normatividad vigente D.S.021-2009-VIVIENDA, así como la guía de toma de muestra (Ver Apéndice 10.5: "Guía para la toma de muestra").

TABLA N°5.1
CAUDAL EN EL PUNTO DE CONTROL

Punto de Control	Caudal (m ³ /h)
PTO-1	2,73

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

PTO-1: Salida de la planta del proceso UHT (PTO-1) hacia el sistema de alcantarillado. (Colector).

TABLA N°5.2
RESULTADOS DE LABORATORIO

Parámetro Contaminante	Punto de Control (PTO-1)
DBO ₅	823,40 mg/L
DQO	1235 mg/L
SST	144,80 mg/L
SS	25,1 mL/ L/h

Fuente: Elaboración propia.

En el presente trabajo de investigación la frecuencia de monitoreo de los parámetros de los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A de su proceso UHT se llevaron a cabo a través de la toma de 9 muestras, debido a que el proceso productivo UHT que se realiza en la empresa láctea es de forma secuencial, por lo que se desarrolla en dos horarios de un día de trabajo. Cabe mencionar que el ciclo de limpieza CIP se da al iniciar y finalizar el proceso productivo UHT.

Como se puede observar el rango de tiempo entre la muestra 1, muestra 2 y muestra 3 fue aproximadamente 40 minutos, los cuales representan las aguas residuales industriales generadas en la limpieza CIP antes de iniciar el proceso productivo (primer horario). Este proceso productivo se lleva a cabo en tres horas aproximadamente, al finalizar dicho proceso se realizó nuevamente la limpieza CIP donde se tomaron las siguientes muestras: muestra 4, muestra 5 y muestra 6 en un intervalo de 40 minutos entre cada toma de muestra. Luego se dio inicio al proceso productivo (segundo horario) el cual también se lleva a cabo en tres horas aproximadamente.

Finalmente se realizó la última limpieza CIP del día, donde se tomaron las últimas muestras: muestra 7, muestra 8 y muestra 9 en un intervalo de 20 minutos entre cada toma de muestra. A continuación se presenta los resultados obtenidos de pH y T° en el PTO-1.

TABLA N°5.3
RESULTADOS DE pH Y T° OBTENIDOS EN EL PTO-1

Muestras	Hora	Temperatura (°C)	Potencial Hidrógeno (pH)
Muestra 1	09:20	34,1	12,3
Muestra 2	10:00	35,0	1,68
Muestra 3	10:55	34,6	6,07
Muestra 4	14:05	39,6	12,42
Muestra 5	14:33	38,6	1,79
Muestra 6	15:12	31,3	3,07
Muestra 7	18:00	43,3	12,10
Muestra 8	18:20	55,9	1,20
Muestra 9	18:40	44,3	4,63

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Selección del Sistema de Tratamiento.- Se optó por seleccionar el sistema de lodos activados. Este sistema de tratamiento estará conformado por las siguientes operaciones unitarias: (Ver Anexo 10.3: "Plano de Vista Planta de la Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales propuesta de la Empresa Láctea").

a) Rejas: 1 unidad

- b) Tanque de Regulación de Caudal: 1 unidad
- c) Cámara de Presurización: 1 unidad
- d) Tanque de Flotación: 1 unidad
- e) Tanque de Aireación: 1 unidad
- f) Tanque de Sedimentación: 1 unidad

Además se consideró accesorios complementarios para la planta de tratamiento. A continuación se detallan sus características:

5.2.1. Bombas. - Para impulsar el caudal del tanque de regulación hacia la cámara de presurización del sistema DAF que se encuentra en un segundo nivel se consideró los siguientes criterios de selección de la bomba tales como el caudal de diseño de 2,73 m³/h (12 gal/min), una altura de 7,5 m (24,6 ft) y una presión de 70 psi con la cual es impulsada el caudal, considerando estas características, se propone una bomba de potencia de operación de 0,384 HP que sometida a un rendimiento del 25% se obtiene una potencia real de 1,536 HP a 50 Hz de frecuencia; seleccionándose el modelo de bomba **QC 216 2,0" x 1,5" STANDARD INLET**; para mayor detalles ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

Se usarán electrobombas centrífugas autocebantes con rodete abierto en las conexiones de purga de sólidos sedimentables en el tanque de flotación del sistema DAF y también en el tanque de sedimentación de lodos activados, estas dos líneas de purga se juntarán en una sola por lo cual la bomba que se instale en ambos tanques deben contar con la misma presión de 3,21 kPa, una potencia de aproximadamente 1,1 Hp y diámetro de la tubería a partir del caudal purgado que es un 1% del caudal de diseño obteniéndose un diámetro de 0,157 pulg; para mayor detalles ver

Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

El mismo modelo SIL-1 50K 15M de electrobombas centrífugas autocebantes con rodete abierto se usaran para la recirculación del caudal del tanque de sedimentación hacia el tanque de aireación se consideró los siguientes criterios de selección de bomba tales como el caudal de recirculación de 1,50 m³/h que representa un 55% del caudal de diseño, a una presión de 18 m.c.a. (26 psi) y una potencia de 1,5 HP a 50 Hz de frecuencia; para mayor detalles ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

5.2.2. Compresor.- Para generar las condiciones de saturación en la cámara de presurización del sistema DAF se inyectara aire comprimido considerándose los siguientes criterios de selección de compresor tales como la presión necesaria a suministrarse de 5 bar (482,63 kPa) en la cámara de presurización, así como una potencia de 2,2 kw (2,95 HP) y nivel sonoro de 64 (dB) lo cual no genera contaminación acústica, encontrándose por debajo de lo establecido para una zona industrial de 80 (dB), el modelo seleccionado es N 60-G; para mayor detalles ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

5.2.3. Rasquetas o desnatadores.- Para la remoción de la nata (capa flotante de material concentrado de sólidos y aceites y grasas) de la superficie del tanque de flotación del sistema DAF, para seleccionar el tipo de rasquetas que se usarán para la remoción se toma como criterios las dimensiones obtenidas del tanque de flotación siendo estas l_c de 1.75 m , un a_c de 0.8 m y $h_1 = 1,29$ m, adecuándose estas dimensiones al modelo de rasquetas (Equipos

normalizadas obra civil) establecidas en el catálogo de fabricante propuesto; para mayor detalles ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

5.2.4. Sopladores.- Para generar las condiciones adecuadas de distribución de aire impulsado de manera homogénea a cada uno de los difusores de membrana fina del tanque de aireación, se seleccionó el soplador de tres lóbulos Roots Blowers, tomando como criterio la demanda total de oxígeno calculada de 87,93 m³/h, el modelo de soplador seleccionado es el MRT-050, de 1300 RPM y 3,10 HP; para mayores detalles ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

5.2.5. Difusores.- Para generar las condiciones de aireación en el tanque de aireación en el sistema de lodos activados se seleccionaron los difusores porosos de burbuja fina y de membrana, tomando como criterios la demanda de oxígeno calculada de 87,93 m³/h y capacidad de aireación por cada difusor de 2,66 m³/h obtenida del catálogo de diseño, el modelo de difusor seleccionado es el YL-HDH-250 que nos brinda a partir de sus características las condiciones necesarias de aireación en el tanque de aireación; para mayores detalles ver Anexo 11.2: "Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la Planta de tratamiento de efluentes industriales".

5.3. Diseño de la Planta de tratamiento de efluentes industriales.

5.3.1. Parámetros de Diseño.-Para poder realizar los cálculos de diseño de la planta de tratamiento de los efluentes industriales se tuvo que considerar el caudal de diseño y entre otros parámetros de los cuales se presentan a continuación los resultados.

5.3.2. Tratamiento Físico.-

Rejas.- De las formulas aplicadas en el capítulo IV, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación:

TABLA N°5.4
RESULTADO DE CÁLCULOS DE LA REJA

Parámetros	Resultado	Unidades
Q = Caudal máximo de entrada	800,92	m ³ /d
A_U = Área útil	0,0206	m ²
b_g = Suma de separaciones entre barras de la reja.	0,75362	m
A_e = Área de espacios.	0,0218	m ²
V = Velocidad de circulación entre las barras de la reja.	0,425	m/s
V = Velocidad de aproximación del fluido a la reja.	0,425	m/s
N° = Número de barras	21	-
h_f = Pérdida de carga	0,0065	m

Fuente: Elaboración propia.

Tanque de Regulación de Caudal.-

De las fórmulas aplicadas en el capítulo IV, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación:

TABLA N°5.5
RESULTADO DE CÁLCULOS DEL TANQUE DE REGULACIÓN DE CAUDAL

Parámetros	Resultado	Unidades
Q = Caudal de diseño	65,52	m ³ /d
V_T = Volumen del tanque de regulación de caudal.	75	m ³
l = Longitud de la base del tanque de regulación caudal.	5	m
a = Ancho de la base del tanque de regulación caudal.	5	m
h = Altura del tanque de regulación caudal.	3	m

Fuente: Elaboración propia.

Sistema DAF.- De las fórmulas aplicadas en el capítulo IV, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación:

TABLA N°5.6
RESULTADOS DE CÁLCULOS DE LA CÁMARA DE PRESURIZACIÓN

Parámetros	Resultado	Unidades
Cámara de presurización		
CHS_c = Carga Hidráulica de la cámara de saturación.	54,6	m ³ /m ² × h
l = Longitud de la base de la cámara de presurización.	2,5	m
a = Ancho de la base de la cámara de presurización.	0,6	m
S_H = Área superficial de la cámara de presurización.	1,5	m ²
h = Altura de la cámara de presurización.	1,1	m

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°5.7
RESULTADOS DE CÁLCULOS DEL TANQUE DE FLOTACIÓN

Parámetros	Resultado	Unidades
Tanque de Flotación		
V_D = Volumen del tanque de flotación.	0,91	m^3
l = Longitud de la base del tanque de flotación.	1,75	m
a = Ancho de la base del tanque de flotación.	0,8	m
S_H = Área superficial del tanque de flotación.	1,42	m^2
h = Altura del tanque de flotación.	1,29	m
CHS_C = Carga hidráulica superficial del tanque de flotación	5,77	$m^3/m^2.h$
TRH_t = Tiempo de retención.	20	min

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Tratamiento Biológico.-

Sistema de lodos activados.- De las fórmulas aplicadas en el capítulo IV, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación:

TABLA N° 5.8
RESULTADOS DE CÁLCULOS DEL TANQUE DE AIREACIÓN

Parámetros	Resultado	Unidades
Tanque de aireación		
Factor de Biodegradabilidad.	0,66	m ²
V_r = Volumen del tanque de aireación.	14,20	m ³
θ = Tiempo medio de retención hidráulica.	5,2	h
F/M = La relación alimento / microorganismo (F/M)	0,425	d ⁻¹
l = Longitud de la base del tanque de aireación.	3,76	m
a = Ancho de la base del tanque de aireación.	1,88	m
h = Altura del tanque de aireación.	2	m

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 5.9
RESULTADOS DE CÁLCULOS DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

Parámetros	Resultado	Unidades
Tanque de Sedimentación		
V = Volumen del tanque de sedimentación.	40,14	m ³
A = Área superficial del tanque de sedimentación.	10,4	m ²
l = Longitud de la base del tanque de sedimentación.	4	m
a = Ancho de la base del tanque de sedimentación.	2,6	m
P = Profundidad del tanque de sedimentación.	3,86	m

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. Remoción de Parámetros que determinan la calidad del agua residual industrial.- El resultado del cálculo realizado en el capítulo IV (ítem 4.7), respecto a la remoción y disminución de la concentración de los parámetros por proceso del sistema de tratamiento, se muestran a continuación:

TABLA N° 5.10
RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL EN EL
TRATAMIENTO FÍSICO

Elementos del proceso del tratamiento	Remoción				
	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	SS (ml/L/h)	SST (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)
Entrada	823,40	1235,0	25,1	144,8	45,4
Rejas	823,40	1235,0	25,1	144,8	45,4
Tanque de regulación	782,23	1235,0	25,1	133,216	40,86
Entrada	782,23	1235,0	25,1	133,216	40,86
Flotación por aire disuelto (DAF)	312,89	461,89	9	46,62	4

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 5.11
RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL EN EL
TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Elementos del proceso de tratamiento	Remoción				
	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	SS (ml/L/h)	SST (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)
Entrada	312,89	461,89	9	46,62	4
Tanque de aireación	21,9	69,28	9	21,64	3,6
Tanque de sedimentación	21,9	69,28	1,35	12,98	3,6

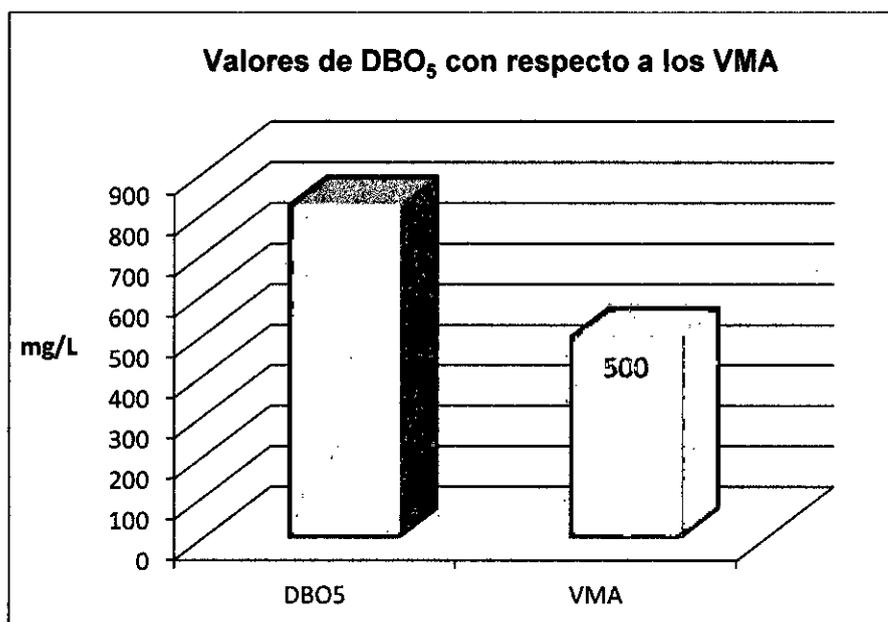
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Caracterización de las aguas residuales.-

6.1.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno.- En el PTO-1 se obtuvo una DBO_5 equivalente a 823,4 mg/L. En este punto, la DBO_5 no cumple con los VMA establecidos (Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA) y supera ampliamente los VMA recomendados (500 mg/L).

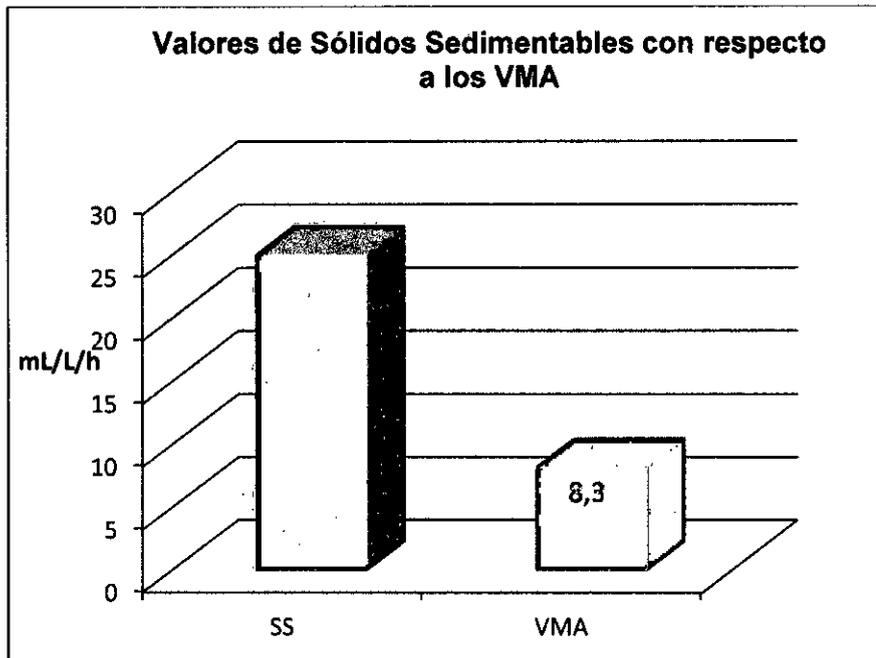
FIGURA N°6.1



Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Sólidos Sedimentables.- En el PTO-1 se obtuvo un SS equivalente a 25,1 mL/L/h. En este punto, los SS no cumplen con los VMA establecidos y supera ampliamente los VMA recomendados (8,3 mL/L/h).

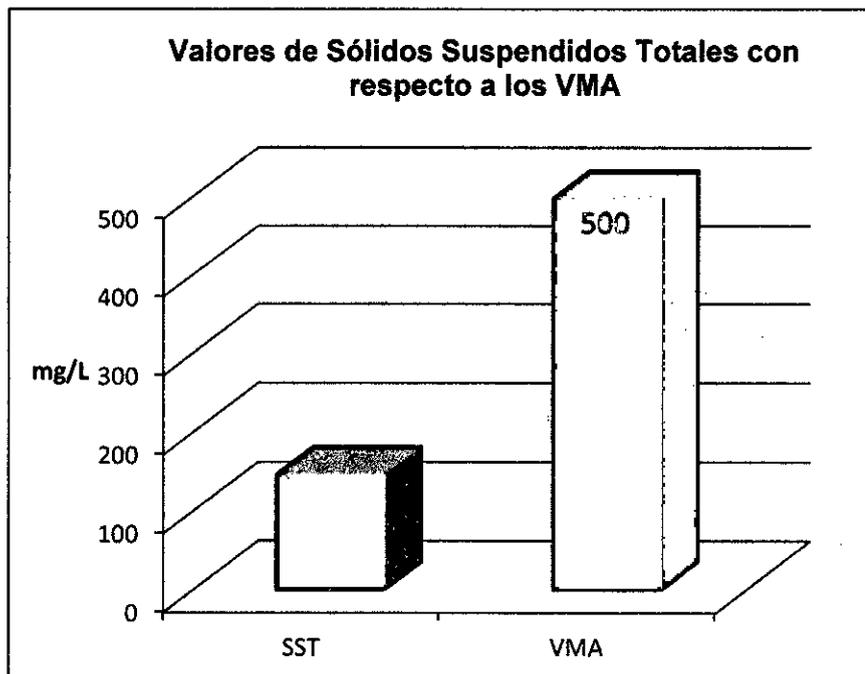
FIGURA N°6.2.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.3. Sólidos Suspendidos Totales.- Los SST son 148,8 mg/L en el PTO1, los SST no superan los VMA recomendados (500mg/L).

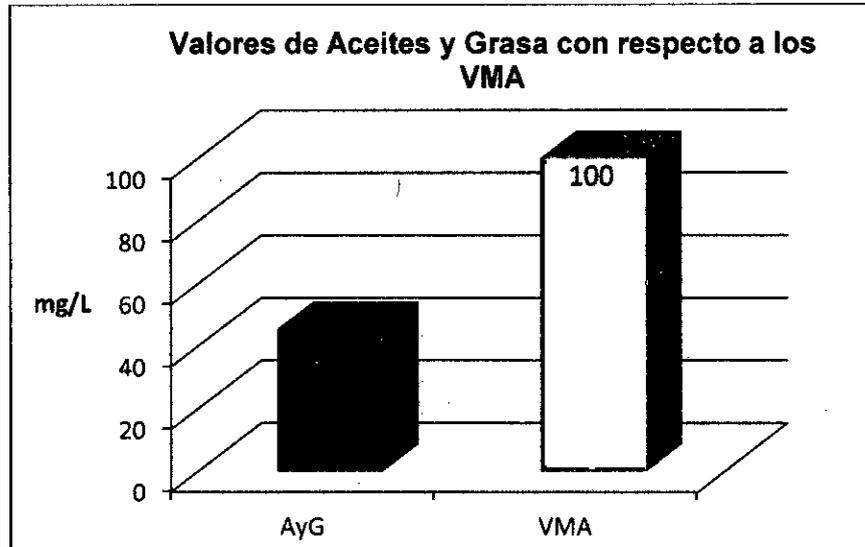
FIGURA N°6.3.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4. Aceites y grasas (A y G).- Los aceites y grasas son 45,4 mg/L en el PTO1, los aceites y grasas no superan los VMA recomendados (100 mg/L).

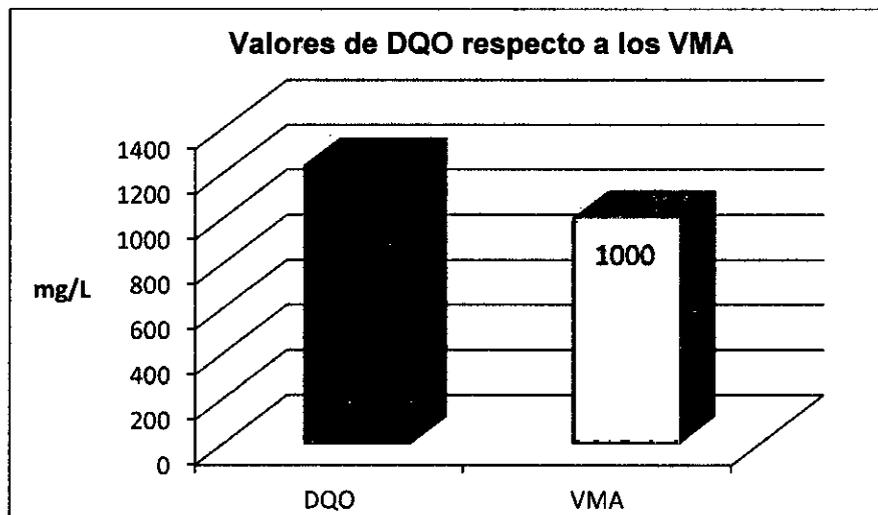
FIGURA N°6.4.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.5. Demanda Química de Oxígeno.- En el PTO-1 se obtuvo una DQO equivalente a 1235 mg/L. En este punto, la DBO5 no cumple con los VMA establecidos y supera ampliamente los VMA recomendados (1000 mg/L).

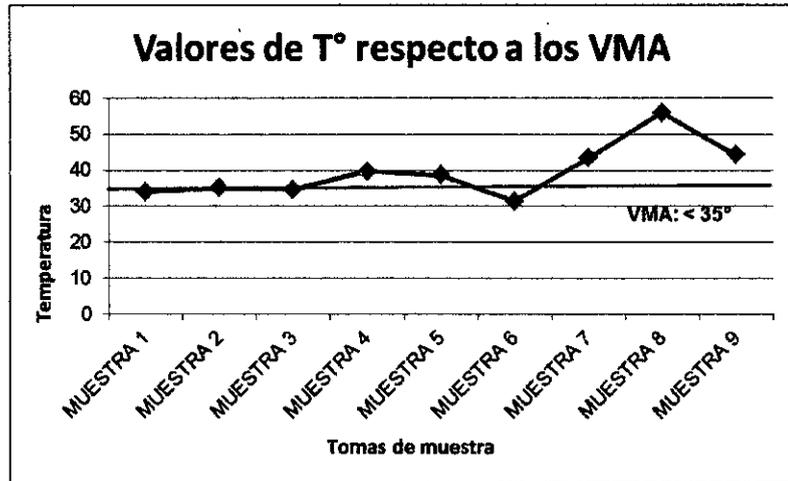
FIGURA N°6.5.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.6. Temperatura.- En el PTO1 los resultados obtenidos de temperatura durante la toma de muestra en un día de producción de la Industria Láctea en su mayoría sobrepasan los VMA recomendados (< 35 C°).

FIGURA N°6.6.



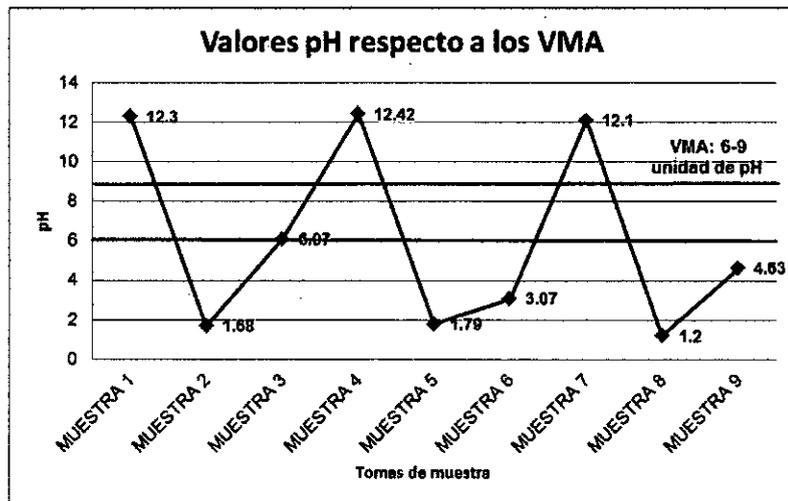
Fuente: Elaboración propia.

6.1.7. Potencial de Hidrógeno (pH).- En el PTO-1 los resultados obtenidos de pH en cada una de las tomas de muestras oscilan de 1 a 12 el rango de pH, las cuales en su mayoría sobrepasan el rango establecido por los VMA recomendados (6-9 unidades de pH), cabe mencionar que la variación de los datos de pH obtenidos en las tomas de muestras están influenciados por el ciclo de limpieza CIP que comprende la adición de productos alcalinos diluidos (sosa caustica), ácidos diluidos (ácido nítrico) y desinfectantes (agua caliente y vapor) para eliminar todos los posibles restos de producto, así como de ácido y de sosa. Estas adiciones se dan al iniciar y finalizar el proceso productivo UHT de la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A.

Como se puede apreciar (véase la figura N°6.7 en la página "137") los picos más altos son la muestra 1, muestra 4 y muestra 7, los cuales representan las aguas residuales generadas en la limpieza CIP cuando se da la adición de productos alcalinos diluidos, así

mismo la muestra 2, muestra 5 y muestra 8 son los picos más bajos, los cuales representan las aguas residuales generadas en la limpieza CIP cuando se da la adición de productos ácidos diluidos. Finalmente la muestra 3, muestra 6 y muestra 9 son las muestras que representan las descargas de las aguas residuales producto de la desinfección con agua caliente y vapor.

FIGURA N°6.7.



Fuente: Elaboración propia.

6.2. Selección del Sistema de Tratamiento.- El sistema de tratamiento seleccionado se integró en lo fundamental con procesos unitarios de tipo físico y biológico con el fin de remover materia orgánica, eliminar sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y reducir la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno presentes en las aguas residuales industriales generadas por la Empresa Láctea para su proceso UHT, cuyas concentraciones de los parámetros determinan la calidad del agua para su disposición final al sistema de alcantarillado sanitario de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente (Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA), asimismo la selección del sistema de tratamiento se basó en el análisis de los criterios de la disponibilidad del terreno, biodegradabilidad y tipo de tratamiento.

6.3. Diseño de la Planta de Tratamiento de Efluentes industriales.- El agua residual que captaría la planta proviene de la descarga de los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A del proceso UHT hacia el tanque de regulación de caudal, por lo que se dispuso el diseño de un sistema de bombeo de las aguas residuales provenientes del tanque de regulación de caudal hacia la ubicación de los demás componentes del sistema de tratamiento, para garantizar la continuidad del tratamiento de los efluentes industriales.(Ver Apéndice 10.2: "Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales propuesta de la Empresa Láctea").

6.4. Remoción de los parámetros contaminantes en la PTAR.- La remoción de parámetros contaminantes en la planta de tratamiento propuesto y su respectivo cumplimiento de objetivos de descontaminación se presenta en la siguiente tabla:

TABLA N°6.1
REMOCIÓN DE PARÁMETROS CONTAMINANTES EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LOGRO DE OBJETIVOS

Elementos contaminante	Entrada	Salida	VMA	Logros Objetivo
DBO ₅ (mg/L)	823,4	21,9	500 mg/L.	Se logró cumplir con el VMA.
DQO (mg/L)	1235,0	69,28	1000 mg/L.	Se logró cumplir con el VMA
SS (ml/L/h)	25,1	1,35	8.5 mL/L/h.	Se logró cumplir con el VMA
SST(mg/L)	144,8	12,98	500 mg/L	Se logró cumplir con el VMA
Aceites y Grasas (mg/L)	45,4	3,6	100 mg/L	Se redujo mucho más, cumpliendo con el VMA.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar (véase la tabla N°6.1 en la página "138"), la columna denominada Entrada representa los valores obtenidos en el monitoreo de los efluentes industriales en el punto de aforo (PTO-1) a la salida de la planta de proceso UHT, los cuales sirvieron como punto de partida para el diseño de la planta de tratamiento propuesta, así mismo la columna denominada Salida representa la concentración final de remoción de los parámetros contaminantes a la salida de planta de tratamiento propuesta.

Los resultados de la columna Salida para cada elemento contaminante (DBO₅, DQO, SS, SST y aceites y grasas) fueron calculados por medio de la ecuación Eficiencia de remoción mostrada en el capítulo IV, ítem 4.7.

Cabe mencionar que el valor obtenido del parámetro contaminante aceites y grasas al momento de realizar el monitoreo en el punto de aforo (PTO-1) fue de 45,4 mg/L. Notándose que este parámetro no sobrepasa el valor establecido en los VMA (100 mg/L), no obstante la planta de tratamiento propuesta no prescindirá al parámetro mencionado anteriormente de poder continuar la reducción de su concentración a través de los siguientes elementos del proceso de tratamiento: Flotación por aire disuelto (DAF) y tanque de aireación del sistema de lodos activados, puesto que estos elementos son capaces de reducir los aceites y grasas, además de otros parámetros contaminantes.

6.5. Eficiencia de Remoción de Parámetros Contaminantes en la Planta de Tratamiento.- La relación entre el nivel de presencia de parámetros contaminantes en las aguas residuales a la entrada de la planta de tratamiento (afluente) y la calidad del agua a la salida de la

planta (efluentes); permiten conocer la eficiencia de remoción de la planta de tratamiento, para tal efecto se utiliza la siguiente fórmula:⁶⁸

$$Eficiencia_{planta} = \frac{(Calidad_{entrada} - Calidad_{salida}) \times 100}{Calidad_{entrada}}$$

A partir de los datos de obtenidos de columna Entrada y Salida (véase en la tabla N°6.1 en la página "138") se logró reemplazar dichos datos en la fórmula eficiencia de la planta para cada uno de los parámetros que determinan la calidad del agua, tales como:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

$$Eficiencia_{planta} = \frac{(823,4 \text{ mg/L} - 21,9 \text{ mg/L}) \times 100}{823,4 \text{ mg/L}} = 97,34 \%$$

La eficiencia obtenida de DBO₅ se consideró óptima debido a que supera el rango de referencia tomado del autor Metcalf & Eddy que se encuentra entre 80%-95%. (Véase en la tabla N°2.11 en la página "69")

- Demanda Química de Oxígeno (DQO):

$$Eficiencia_{planta} = \frac{(1235 \text{ mg/L} - 69,28 \text{ mg/L}) \times 100}{1235 \text{ mg/L}} = 94,34 \%$$

La eficiencia obtenida de DQO se consideró óptima debido a que supera el rango de referencia tomado del autor Metcalf & Eddy que se encuentra entre 80%-85%. (Véase en la tabla N°2.11 en la página "69")

⁶⁸ VALENCIA, EDUARDO; ARAGÓN, RENSO ALFREDO; ROMERO, JONATHAN. **Potencial de reutilización del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Nátaga en el cultivo de cacao.** *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.* Vol15: 79. Junio 2012.

- Sólidos Suspendidos Totales (SST):

$$Eficiencia_{planta} = \frac{(144,8 \text{ mg/L} - 12,98 \text{ mg/L}) \times 100}{144,8 \text{ mg/L}} = 89,54 \%$$

La eficiencia obtenida de SST se consideró óptima debido a que supera el rango de referencia tomado del autor Metcalf & Eddy que se encuentra entre 80%-90%. (Véase en la tabla N°2.11 en la página "69")

- Sólidos Sedimentables (SS):

$$Eficiencia_{planta} = \frac{(25,1 \text{ mg/L} - 1,35 \text{ mg/L}) \times 100}{25,1 \text{ mg/L}} = 94,62 \%$$

La eficiencia obtenida de SS se consideró óptima, puesto que al inicio las aguas residuales presentaban una concentración de 25,1 mg/L SS, luego de ser tratadas estas aguas residuales por los elementos del proceso (flotación por aire disuelto y tanque de sedimentación) los cuales presentan sistemas de purgas que ayudan a eliminar los SS, alcanzará una concentración de SS aproximadamente de 1,35 mg/L.

- Aceites y grasas:

$$Eficiencia_{planta} = \frac{(45,4 \text{ mg/L} - 3,6 \text{ mg/L}) \times 100}{45,4 \text{ mg/L}} = 92,07 \%$$

La eficiencia obtenida se consideró óptima debido a que la mayor remoción se dará en el elemento del proceso de flotación por aire disuelto. Además supera el rango de referencia establecido tomado del autor Frederick Veall que se encuentra 50-80%.⁶⁹

⁶⁹ VEALL, FREDERICK. **Sistema de tratamiento primario (físico). Estructura de funcionamiento de mataderos medianos en países de desarrollo.** Roma. Italia.FAO.1993

6.6. Comparación con otras Experiencias de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.- La comparación de la propuesta con otras experiencias de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales de ámbito nacional e internacional estuvo sustentada con otros proyectos de investigación existentes en términos de eficiencia de remoción de los parámetros de control que determinan la calidad del agua residual industrial; para tal efecto se tomaron como casos de comparación a las siguientes plantas de tratamiento:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lácteos "Pillaro" (Cantón Pillaro-Tungurahua-Ecuador).
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de una Empresa Envasadora de leche. (Cantón Rumiñahui-Ecuador).
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la industria láctea Proleca LTDA Cartagena.

TABLA N°6.2
COMPARACIÓN DE LAS EFICIENCIAS OBTENIDAS EN DIVERSAS PLANTAS DE TRATAMIENTO

Elementos contaminante	Eficiencia de Remoción			
	PTAR Pillaro	PTAR Rumiñahui	PTAR Proleca	PTAR Propuesto
DBO ₅ (mg/L)	98,74%	46,23%	50%	97,34 %
DQO (mg/L)	98,74%	67,30%	40%	94,34 %
SS (ml/L/h)	-	-	-	94,62%
SST(mg/L)	99,63%	53,88%	30%	91%
Aceites y Grasas (mg/L)	90%	-	20%	92,07%

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cuadro de comparación de eficiencias obtenidas en diversas plantas de tratamientos (véase tabla N°6.2, en la página "142") se comenta lo siguiente:

La PTAR Pillaro presenta mayor eficiencia de remoción de los parámetros contaminantes respecto a la PTAR Propuesta, puesto que la PTAR Pillaro estará constituida por los siguientes elementos del proceso: rejas, floculador, sedimentador primario, tanque de aireación, sedimentador secundario, digestión y secado de lodos. Mientras que la PTAR Propuesta presentara un sistema de lodos activados, el cual estará constituido por los siguientes elementos del proceso: rejas, tanque de regulación de caudal, flotación por aire disuelto, tanque de aireación y tanque de sedimentación. Si bien es cierto comparando los elementos del proceso constituyentes de cada planta tratamiento, la única diferencia radica que en la PTAR Pillaro usan un floculador (tratamiento físico químico) en vez de un tanque de flotación por aire disuelto (tratamiento físico), además que propone el uso de una combinación de sal de aluminio como coagulante y un polímero aniónico de peso molecular medio y carga aniónica media, considerando un porcentaje de remoción de 70 % para DBO₅ y DQO y 85% para SST, en cambio en la PTAR propuesta en el tanque de flotación por aire disuelto los porcentajes de remoción considerados para los parámetros mencionados anteriormente son 62,6 % para DBO₅, 60% DQO y 65% para SST. Cabe mencionar que la PTAR Pillaro asume los porcentajes de remoción del uso de coagulantes basándose en experiencias, más no en el uso de pruebas para determinar la dosis óptima. Por el contrario la PTAR propuesta propone el uso de enzimas para poder acelerar los procesos en el tanque de flotación por aire disuelto y obtener mayor remoción de la materia orgánica, sin embargo no se asume los porcentajes de remoción haciendo uso de estas puesto que el presente trabajo de investigación es de carácter no

experimental por lo que no se ha llevado a cabo las pruebas para obtener la dosis óptima necesaria y el porcentaje de remoción que se obtendría haciendo uso de éstas.

Para el caso de la PTAR Propuesta, ésta presenta mayor eficiencia de remoción de los parámetros contaminantes respecto a la PTAR Rumiñahui, puesto que la PTAR Propuesta presenta un sistema de lodos activados el cual estará constituido por los siguientes elementos del proceso: rejas, tanque de regulación de caudal, flotación por aire disuelto, tanque de aireación y tanque de sedimentación. Mientras que la PTAR Rumiñahui presenta un sistema de tratamiento físico químico el cual estará constituido por los siguientes elementos del proceso: torre de enfriamiento, tanque de coagulación (se usó la prueba de jarras (Jar Test) para determinar en laboratorio las dosis de insumos químicos), filtración y desinfección. Al comparar los tratamientos en ambos casos, se evidencia que para la eliminación de sólidos suspendidos, DBO_5 y DQO presentes en la aguas residuales industriales el proceso de flotación por aire disuelto y el tanque de aireación serán los más óptimos en comparación con el tanque de coagulación y filtros rápidos de la PTAR Rumiñahui debido a que solamente está usa un coagulante (policloruro de aluminio) y agitación, dando como resultado la formación de flóculos que sedimentan, eliminándose principalmente los sólidos suspendidos y en última instancia la DBO_5 y DQO.

Finalmente la PTAR Propuesta presenta mayor eficiencia de remoción de los parámetros contaminantes con respecto a la PTAR Proleca, debido a que la PTAR Propuesta presenta un sistema de lodos activados el cual estará constituido por los siguientes elementos del proceso: rejas, tanque de regulación de caudal, flotación por aire disuelto, tanque de aireación y tanque de

sedimentación. Mientras que la PTAR Proleca presenta un sistema de tratamiento mixto (físico, químico y biológico) el cual estará constituido por los siguientes elementos del proceso: tanque de nivelación de pH, trampa de grasa, tanque de sedimentación y floculador. Al comparar los tratamientos de ambos casos, se evidenció que para la eliminación de sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y aceites y grasas presentes en las aguas residuales industriales el proceso de flotación por aire disuelto será el más óptimo en comparación con el floculador, puesto que la flotación por aire disuelto consta de varias etapas (cámara de presurización y tanque de flotación) para asegurar la correcta eliminación de los parámetros mencionados líneas arriba, en cambio en el floculador solamente se emplea un coagulante (sulfato de aluminio) mezclado con agua, el cual se deja caer por gravedad en la zona del floculador eliminando solamente sólidos suspendidos. Asimismo, la PTAR Propuesta presenta mayor eficiencia de remoción de DBO_5 y DQO, debido a que en el tanque de aireación se llevará a cabo la mezcla entre el agua residual y el oxígeno necesario para el desarrollo de los microorganismos presentes, en forma de flóculos en suspensión, realizándose así la degradación de la materia orgánica.

CAPITULO VII CONCLUSIONES

- a) Mediante la caracterización y evaluación físico, químico y biológico de los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT se determinó que los parámetros de mayor trascendencia como son la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) como el nivel de Sólidos Sedimentables (SS) superan los Valores Máximos Admisibles (VMA) según la normatividad vigente, debido a que dichos parámetros presentan valores de 823,4 mg/L, 1235 mg/L, 25,1mL/L/h respectivamente; también se consideró los valores de otros parámetros como son Aceites y Grasas, Sólidos Suspendidos Totales, Temperatura y pH los cuales no superan los VMA.
- b) Para seleccionar la alternativa de tratamiento que mejor se aplica a los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT; se determinó que entre las diferentes alternativas (Ver en el Capítulo II) se optó por la combinación de tratamientos físicos con tratamiento biológico (lodos activados). Esta combinación de tratamientos es una alternativa viable y eficaz, debido al carácter biodegradable de dichos efluentes; además el tratamiento de lodos activados posee una alta eficiencia para depurar los efluentes industriales de la Empresa Láctea.
- c) En cuanto a determinar los parámetros de diseño para una planta capaz de dar tratamiento a los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT; se determinó los siguientes parámetros principales:
- Caudal de diseño: 2,73 m³/h.
 - Parámetro de control: Valores Máximos Admisibles (D.S N°021-2009-VIVIENDA) para cada elemento contaminante.

-Punto referencial: PTO-1: Colector (Salida de la planta del proceso UHT).

d) Considerando los resultados de la caracterización de los efluentes industriales y parámetros de diseño de la planta de tratamiento se estableció las características que debe tener la planta de tratamiento de efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT. Estas características están compuesto por los siguientes elementos del proceso:

- Rejas
- Tanque de regulación de caudal
- Flotación por Aire Disuelto (DAF)
- Lodos Activados

Además la planta de tratamiento contará con accesorios complementarios para el funcionamiento óptimo de los elementos del proceso. Los siguientes accesorios complementarios serán:

- Bombas
- Difusores
- Compresores
- Rasquetas

e) Se concluye que en el sistema de lodos activados la relación F/M (alimento / microorganismo), presentó un valor de $0,425 \text{ d}^{-1}$ (d^{-1} : días^{-1}) encontrándose dentro del rango establecido $(0,2-0,6) \text{ d}^{-1}$ para reactores convencionales de mezcla completa, siendo este uno de los parámetros más importantes del sistema de lodos activados, debido a que representa la cantidad de materia orgánica que ingresa en un día en el tanque de aireación y la cantidad de lodos que están presentes en el tanque.

CAPITULO VIII RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda implementar un programa de muestreo y análisis de laboratorio de los efluentes tratados para tener un control de la eficiencia de los elementos del proceso que presenta la planta de tratamiento una vez que esta se halle implementada.
- b) Es necesaria la supervisión continua tanto del proceso de tratamiento como del funcionamiento de los diferentes accesorios complementarios instalados en la planta de tratamiento, por lo cual se recomienda contratar un personal eficiente que labore en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de efluentes industriales implementada.
- c) Se recomienda realizar un mantenimiento periódico de los elementos del proceso y accesorios complementarios de la planta de tratamiento implementada.
- d) Se recomienda colocar un controlador de pH en el tanque de regulación de caudal para brindar las condiciones adecuadas a los efluentes industriales provenientes de la Empresa Láctea y así garantizar el adecuado tratamiento de los efluentes industriales en los demás elementos del proceso de la planta de tratamiento.
- e) Se recomienda controlar la temperatura de los efluentes industriales mediante mecanismos de enfriamiento, debido a que dichos efluentes generados por la Empresa Láctea del proceso UHT presentan altas temperaturas al momento de descargar al punto de aforo. La adopción de esta medida permitirá obtener las condiciones adecuadas para poder efectuar el tratamiento de los efluentes industriales.

- f) Se recomienda implementar en el sistema DAF propuesto un tratamiento de separación de grasas por gravedad para tratar la nata (capa flotante de material concentrado de sólidos y aceites y grasas) que se genera en el tanque de flotación. El tratamiento propuesto producirá la separación de un gran volumen de agua que contiene la nata, por lo que el volumen de agua recuperada se podrá ingresar nuevamente al tanque de flotación y así poder seguir tratándolas.
- g) Se recomienda realizar la dosificación de enzimas en la cámara de presurización del sistema DAF puesto que aumentaría la eficiencia del sistema, al momento de producirse la mezcla de las enzimas con el caudal de diseño en la cámara de presurización y por consiguiente al ser inyectada a presión en el tanque de flotación permitirá reducir la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), debido a que las enzimas son catalizadoras del proceso de biodegradación.
- h) Se recomienda implementar un hidrociclón para la separación de los lodos de la purga, en el sistema propuesto debido a que la naturaleza del hidrociclón es separar los sólidos en un determinado flujo, uno que acompaña al flujo llamado "descarga" que lleva en suspensión los sólidos más gruesos y otro que acompaña al flujo denominado "rebose" que lleva en suspensión los sólidos más finos.

CAPITULO IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALTANER MORAGA, RICARDO ANDRÉS. **Descripción y Análisis Comparativo de los Sistemas de Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos en la Industria de Alimentos en Valdivia.** Tesis para obtener el Título Profesional. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 2009.
2. ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. **Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes al Recurso Agua.**
3. BELLERA VILAR, CARLA; FERNÁNDEZ, EVA; SERNA CANTERO, ÁLVARO; DOMÉNECH SELLAS, ENRIC; LÓPEZ DE LEÓN, LUIS RAFAEL. **Planta de Producción de Acetaldehído.** Proyecto de estudio. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 2010.
4. BUENAÑO DÁVALOS, MAYRA GABRIELA. **Propuesta de una Planta de Tratamiento de aguas residuales de una empresa envasadora de leche del cantón Rumiñahui, para que cumpla con la norma técnica ambiental (T.U.L.A.S).** Tesis para obtener el Título profesional. Quito. Escuela Politécnica Nacional.
5. CÁNEPA DE VARGAS, LIDIA, **Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I. Teoría. Tomo I.,** pág. 74. Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomol/filtrarap1.html>
6. CASANOVA ÁLVAREZ, MARTIN; HUAMANÍ CONTRERAS, KATHERINE. **Diseño de una Planta de Tratamiento para los efluentes líquidos no domésticos del Distrito de Chancay.** Tesis para obtener el Título Profesional. Callao-Perú. 2014.
7. CASAS CÁRDENAS FRANCISCO JAVIER, **Caracterización de los**

- Sistemas de Tratamiento de Riles en las Industria Lechera y Propuesto de Mejora.** Tesis para obtener el Título Profesional. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile- Facultad de Ciencias Agrarias. 2009.
8. **DECRETO SUPREMO N°003-2011-VIVIENDA. Reglamento Nacional para la Aprobación de los Valores Máximos Admisibles de las Aguas Residuales No Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario.**
 9. **DECRETO SUPREMO N°011-2006-VIVIENDA. Reglamento Nacional de Edificaciones.**
 10. DEGREMONT, GILBERT. **Manual Técnico del Agua.** Cuarta Edición, 1979.
 11. DIGESA. **Grupo de Estudio Técnico Ambiental.**
 12. EDZWALD, JAMES K, **Dissolved air flotation and me.** Disponible en: www.sciencedirect.com
 13. ESCRIBA SULCA, JESÚS JOSÉ. **Caracterización y diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la industria de productos lácteos Agraria El Escorial con fines de reúso agrícola.** Tesis para obtener el Título Profesional. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 1994.
 14. FAIR MASKEW, GORDON; GEYER, CHARLES J; OKUN DANIEL A. **Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales,** Volumen 2. México. Editorial LIMUSA S.A. 1971.
 15. GANDARILLAS PRIETO, LARA; SANCHEZ MOYA, TAMARA; SERRANO VIEDMA, RAQUEL. **Estación Depuradora de aguas residuales de una industria láctea.** Proyecto de estudio. Cantabria, España. Escuela de Organización Industrial. 2009.
 16. LEHMAN HERNANDEZ, AURELIO; GALÁN MARTINEZ, PEDRO. **Manual de Depuración Uralita.** España. Editorial Paraninfo. 1996.

17. LLANOS CAMPAÑA, DANIELA MARÍA, **Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria de Productos Lácteos "Pillaro" ubicada en el Cantón Pillaro - Tungurahua.** Tesis para obtener el Título Profesional. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.2013.
18. METCALF & EDDY. **Ingeniería de Aguas Residuales- Tratamiento, Vertido y Reutilización.** España. Editorial McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A. Tercera Edición. 1995, págs.59, 71, 277, 345.
19. NEMEROW., NELSON N. **Tratamiento de Vertidos Industriales y Peligrosos.** Ediciones Díaz Santos S.A. 1998. Madrid.
20. PAEZ OSORIO, RAÚL LUIS. **Rediseño la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Industria Láctea Proleca LTDA Cartagena.** Tesis para obtener el Título Profesional. Cartagena. Universidad de Cartagena. 2011.
21. R.S. RAMALHO, **Tratamiento de Aguas Residuales.** Editorial Reverte S.A. Edición Revisada. 1996, pág. 472.
22. RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010-2016-ANA. **Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.**
23. REVISTA AMBIENTUM, **Clasificación de aguas Residuales Industriales.** Disponible en:
<http://www.ambientum.com/revista/artaguas.htm>.
24. RIERA, MARÍA; GRATEROL, NELSON. **Diseño de una Unidad de Flotación con Aire Disuelto para la de remoción contaminantes de las aguas residuales generadas es una empresa manufacturera.** Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica"Antonio José de Sucre". Vol.5(N°2): 783, Noviembre 2014.

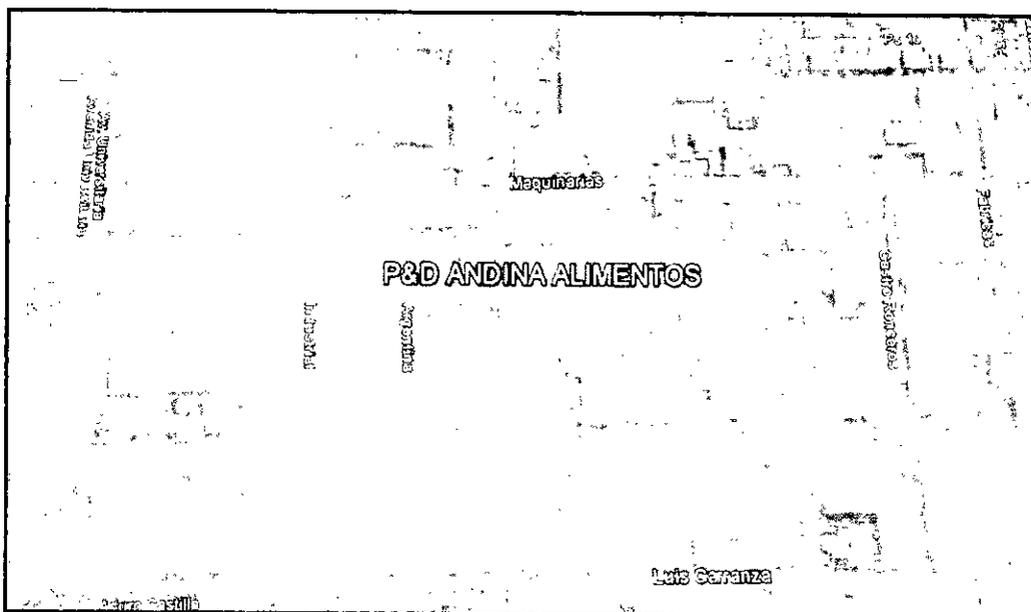
25. TAPIA ALCARAZ, ARTURO; Dr. CAZARES RIVERA, ENRIQUE.
Comparación de los modelos cinéticos para Flotación con aire disuelto. Disponible en:
<http://www.arturotapia.com/Ingenieria/ArticuloDAF>.
26. WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Activated Sludge, Manual of Practice OM-9.** USA. Segunda Edición. 2002.

CAPITULO X
APÉNDICE

10.1. Galería de Imágenes.

FIGURA N° 10.1

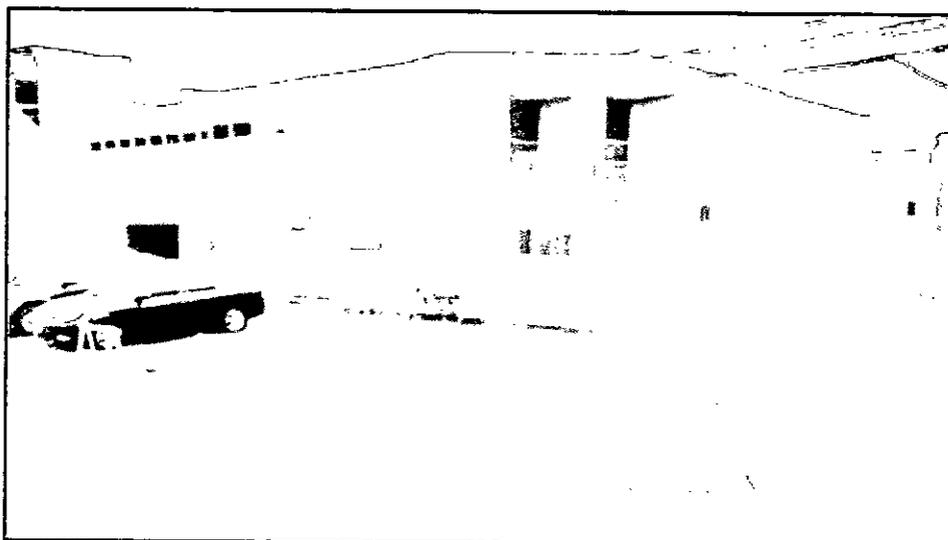
PLANO DE UBICACIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEA P&D ANDINA ALIMENTOS



Fuente: Fuente propia.

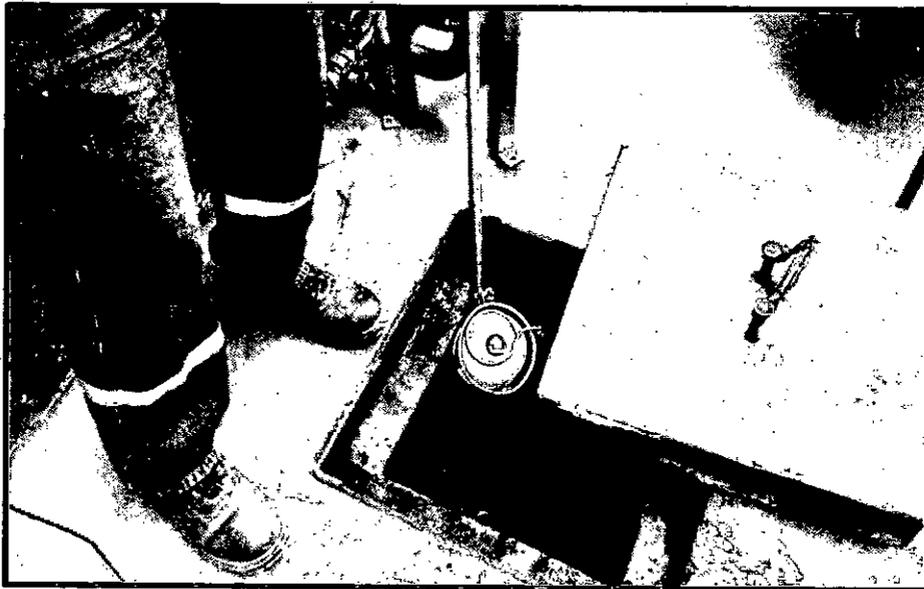
FIGURA N° 10.2.

VISTA PANORÁMICA DE LA EMPRESA LÁCTEA P&D ANDINA ALIMENTOS



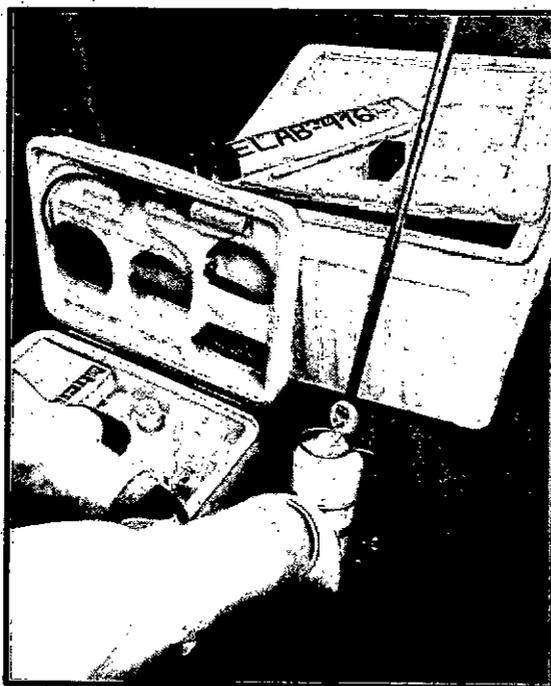
Fuente: Fuente propia.

FIGURA N° 10.3.
TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO DE AFORO PREVIA A LA
DESCARGA DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES



Fuente: Fuente propia.

FIGURA N° 10.4.
MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN SITU-TEMPERATURA.



Fuente: Fuente propia.

FIGURA N° 10.5.
MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN SITU-PH



Fuente: Fuente propia.

FIGURA N° 10.6.
VERTIMIENTO DE LA ÚLTIMA TOMA DE MUESTRA COMPUESTA.



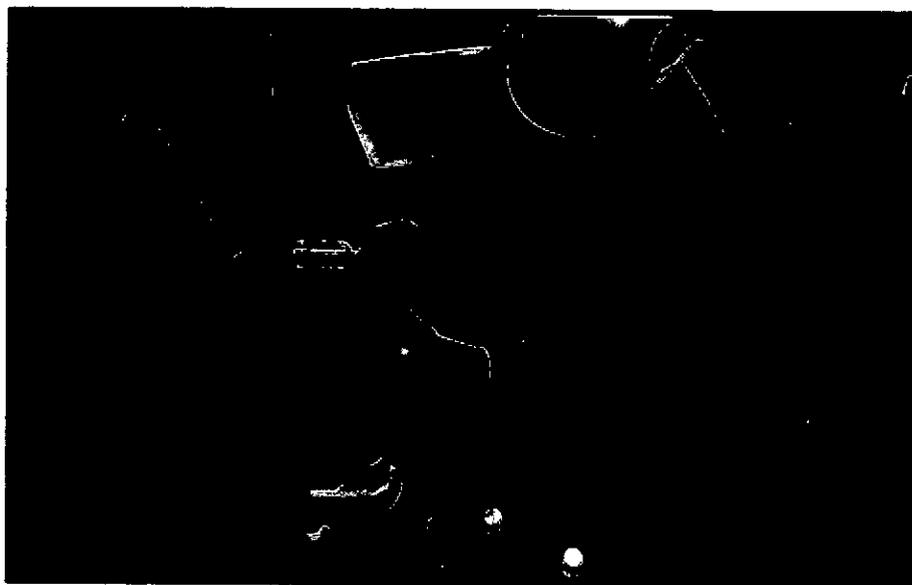
Fuente: Fuente propia.

FIGURA N° 10.7.
DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA COMPUESTA EN LOS FRASCOS
PARA CADA PARÁMETRO.



Fuente: Fuente propia

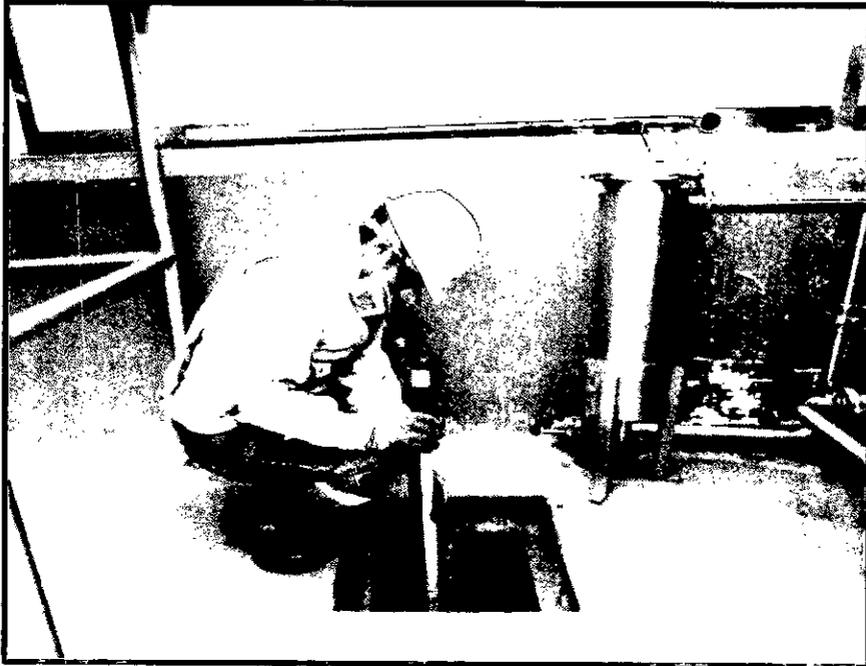
FIGURA N° 10.8.
ADICIÓN DE PRESERVANTES A ALGUNAS DE LAS MUESTRAS QUE
LO REQUIEREN



Fuente: Fuente propia.

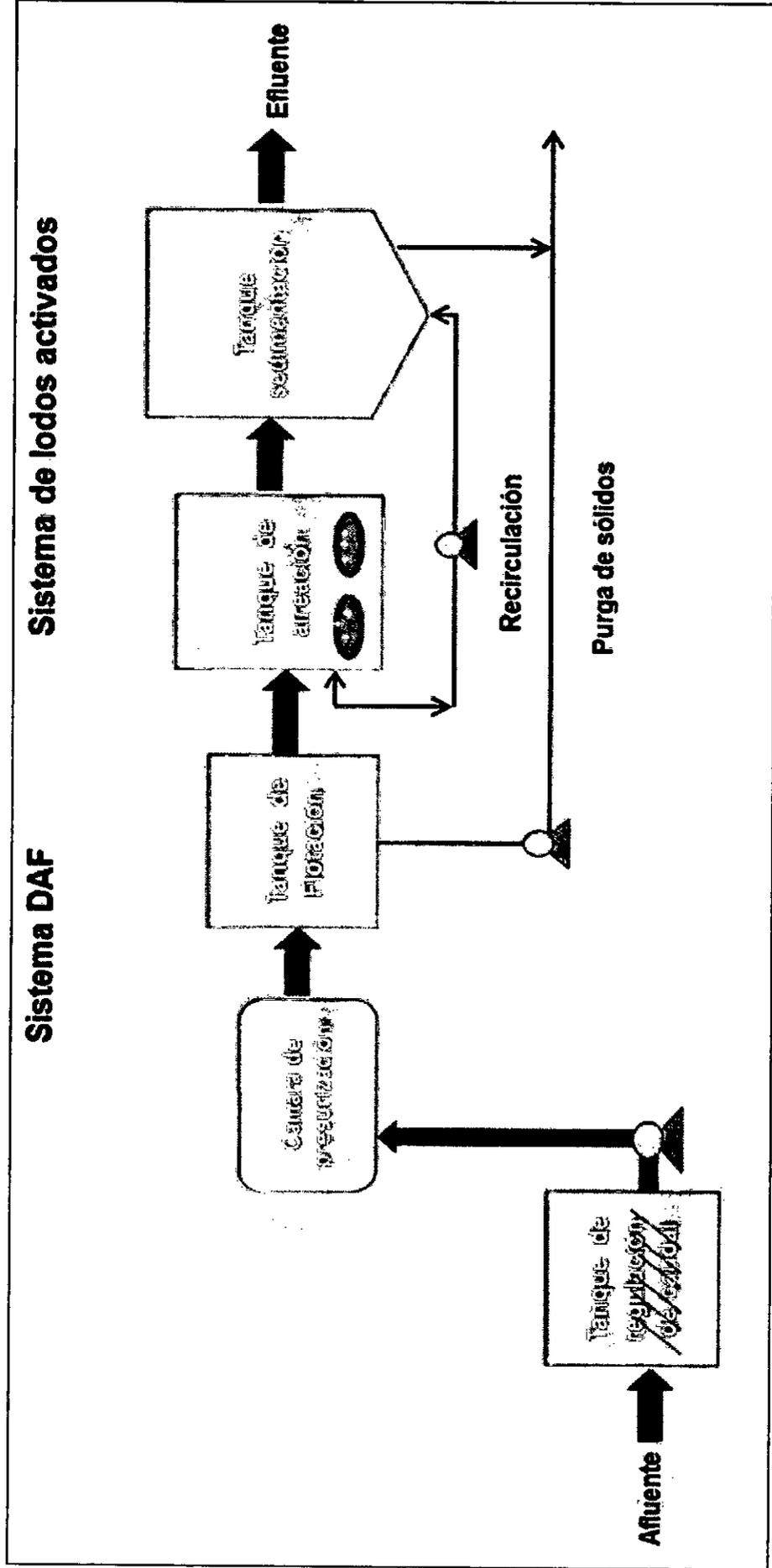
FIGURA N° 10.9.

MEDICIÓN DEL CAUDAL CON UN CORRENTÓMETRO



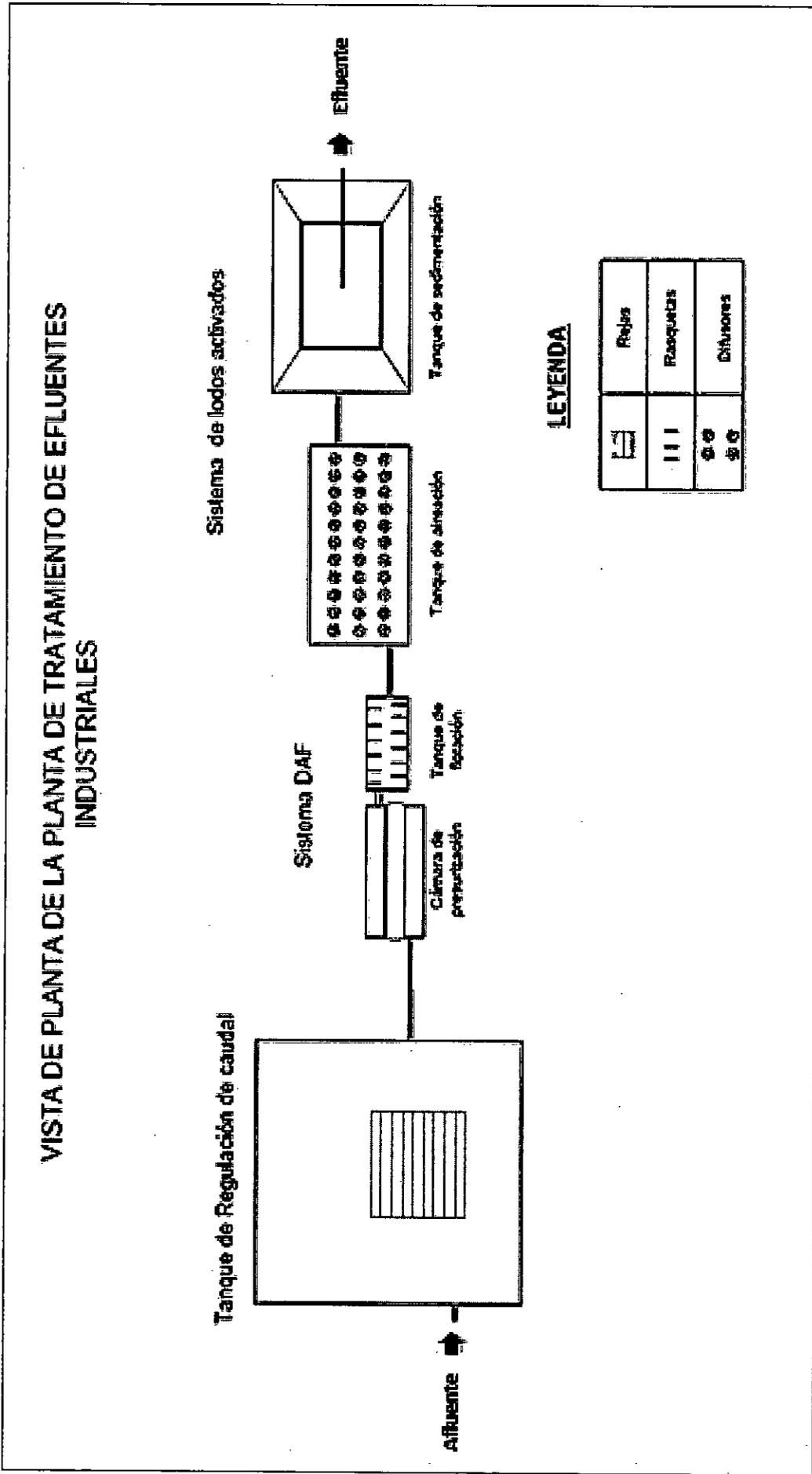
Fuente: Fuente propia.

10.2. Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales propuesta de la Empresa Láctea.



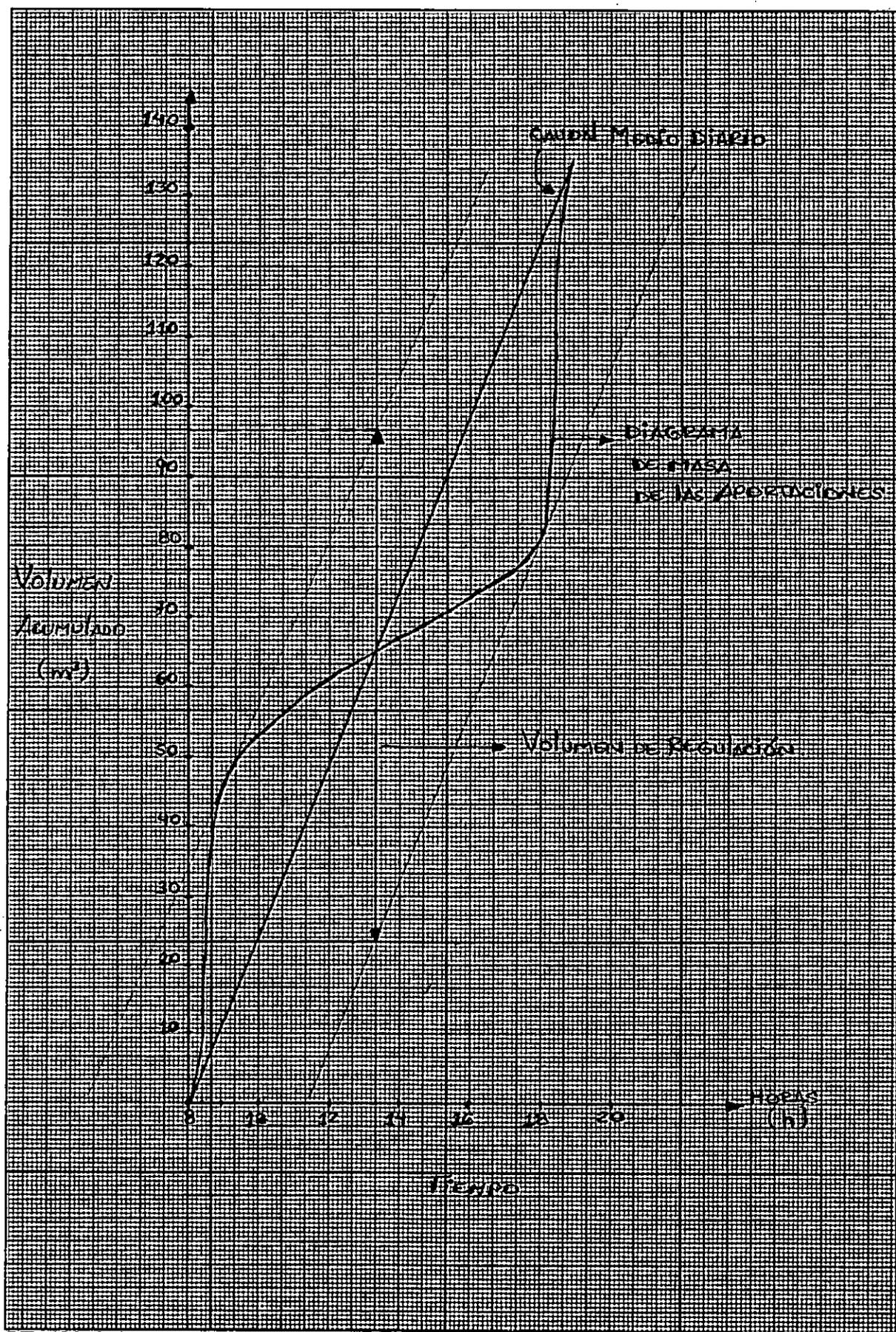
Fuente: Autoría propia

10.3. Plano de Vista Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales propuesta de la Empresa Láctea.



Fuente: Autoría propia.

10.4 Gráfica de volumen de regulación de caudales



Fuente: Autoría propia.

10.5. Guía para la Toma de Muestras.

10.5.1. Objetivo.- Orientar la recolección de información para iniciar el "Diseño de una Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales para su disposición el Sistema de Alcantarillado Sanitario. Caso: Empresa Láctea P&D Andina Alimentos S.A. para su proceso UHT, basado en la cuantificación y verificación de si los efluentes industriales cumplen con los VMA establecidos por el sector referencial (Vivienda).

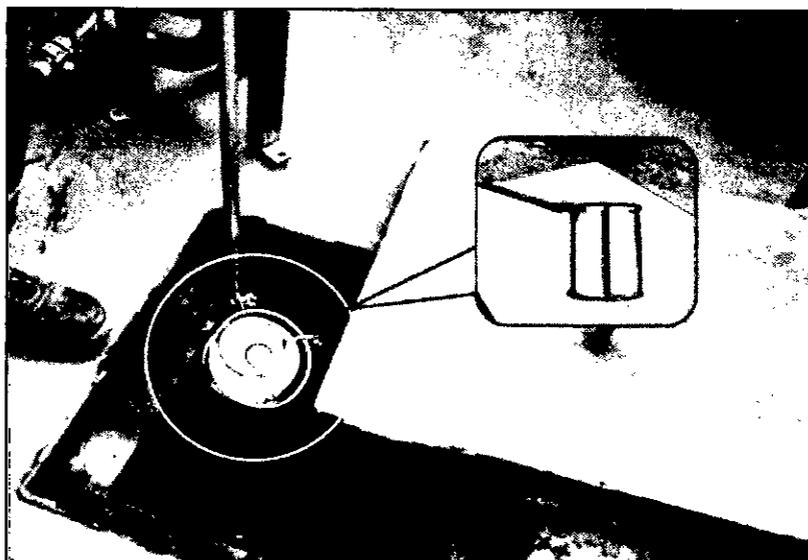
10.5.2. Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección.- Se recomienda para ejecutar un monitoreo de manera efectiva confeccionar un lista de equipos, materiales, reactivos, formatos (fichas de registro de campo y cadenas de custodia, etc., los que serán llevados al campo de acuerdo a la necesidad u objetivo del monitoreo. En dicha lista se pueden incluir:

- Envases para las muestras.

Los más comunes son los envases P (polietileno de alta densidad) o V (vidrio neutro), preferible de boca ancha para la recolección directa desde el agua residual, cuando el flujo es accesible al brazo de la persona que muestrea. Se debe disponer de distintos tamaños, dependiendo del tipo de muestra que se requiere recolectar.

- Envases para la muestra en blanco.
- Algunos envases adicionales en caso de ruptura o muestras duplicadas.
- Etiquetas o plumones indelebles para la rotulación.
- El brazo mecánico articulado o dispositivo equivalente, para sostener envases y acceder a flujos inaccesibles o peligrosos mediante recolección directa.
- En el caso de que la muestra sea compuesta o integrada, se sugiere mantener los recipientes de las diferentes muestras puntuales, ubicados a la sombra y tapados para evitar alteraciones en las características de la muestra por elementos extraños.

FIGURA N° 10.10.
BRAZO MECÁNICO



Fuente: Autoría propia.

10.5.3. Frecuencia de monitoreo.- La frecuencia de monitoreo de los parámetros de los efluentes industriales que se presentan (véase la en la tabla N°10.1., en la página "164"). Se realizaron en un mínimo de 9 muestreos en un día normal de proceso productivo, por lo que se asume como premisa lo siguiente:

- Las actividades realizadas en el proceso productivo tienen una duración de 12 horas, se inician a las 7 a.m. y finalizan a las 7p.m.
- Las actividades de descarga de efluentes industriales provienen de la limpieza en circuito cerrado de las instalaciones de producción de la planta de lácteos (equipos, tuberías, codos, autodrenaje de equipos, etc.), las cuales se realizan antes y después del proceso productivo.
- Las actividades industriales son cambiantes a lo largo del día, por lo que los muestreos no dependen de la hora del día elegido.

TABLA N°10.1
FRECUENCIA DE MONITOREO

HORA	LUGAR (REF. DEL PUNTO DE MONITOREO):	PTO-1 : Colector (salida de la planta del proceso UHT)
	FECHA:	19/01/16
	OBSERVACIONES	
09:20	Lavado con sosa.	
10:00	Lavado con ácido	
10:55	Enjuague con agua caliente y vapor.	
14:05	Lavado con sosa.	
14:33	Lavado con ácido	
15:12	Enjuague con agua caliente y vapor.	
18:00	Lavado con sosa.	
18:20	Lavado con ácido	
18:40	Enjuague con agua caliente y vapor.	

Fuente: Elaboración propia.

Selección de las estaciones de monitoreo.

El punto de muestro es el siguiente:

- PTO-1: Salida de la planta del proceso UHT (PTO-1) hacia el sistema de alcantarillado. (Colector).

10.5.4. Procedimiento para la toma de muestras

Muestra compuesta

Se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. La mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Para estos propósitos, se considera estándar para la mayoría de determinaciones una muestra compuesta que representa un período de 24 h. Sin embargo, bajo otras circunstancias puede ser preferible una muestra compuesta que represente un cambio, o un menor lapso de tiempo, o un ciclo completo de una operación periódica. Para evaluar los efectos de descargas y operaciones variables o irregulares, tomar muestras compuestas que representen el periodo durante el cual ocurren tales descargas.

Toma de muestra por parámetro

Las muestras de agua deberán ser recogidas en frascos de plástico o frascos de vidrio, dependiendo del parámetro a analizar. Asimismo el volumen necesario de muestra queda determinado por método analítico empleado por el laboratorio responsable de los análisis.

La forma de tomar cada muestra dependerá de los parámetros a analizar. Así tenemos:

- **Parámetros Físico Químicos - inorgánicos**

Generalmente estas muestras pueden ser tomadas en frascos de plástico directamente del cuerpo de agua. Antes se debe realizar el enjuague del frasco con un poco de muestra, agitar y desechar el agua de lavado corriente abajo. Este procedimiento tiene por finalidad la eliminación de posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieran alterar los resultados. La muestra de estos parámetros deberá provenir del interior del cuerpo de agua en los primeros 20 cm de profundidad a partir de la superficie. Tener en cuenta que las

muestras se toman en contra corriente y colocando el frasco con un ángulo apropiado para el ingreso de agua. Estas muestras no requieren ser llenadas al 100%, pero en caso se requiera la adición de preservante se dejara cierto volumen libre para la adición del preservante respectivo. Luego de cerrar el frasco es necesario hacer la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

- **Parámetros orgánicos**

La recolección de la muestra de agua para TPH y aceites y grasas deberá realizarse de manera directa sin realizar el enjuague previo del frasco. La toma de muestra se hace en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella. Estos parámetros deben ser tomados en frascos de vidrio de boca ancha color ámbar para evitar su degradación por fotólisis, cerrar herméticamente (no utilizar contratapa de plástico) y preservar.

En las muestra para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y COT, se deben utilizar frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, limpios, al momento de colectar la muestra se llenará completamente el frasco (sin burbujas de aire) para evitar alteración de los resultados por procesos de oxidación, e inmediatamente tapar, manteniendo la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente (no se debe de congelar la muestra), no requiere preservante

En caso que las muestras requieran la adición de preservantes, se deberá dejar cierto volumen vacío para la adición de preservante respectivo. Luego de cerrar el frasco es necesario hacer la homogenización de muestra, mediante agitación. En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.

Rotulado y etiquetado

Los recipientes se deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo debe contener los siguientes datos:

- Nombre del solicitante.
- Código del punto de muestreo.
- Tipo de cuerpo de agua.
- Fecha y hora de muestreo.
- Nombre del responsable de la toma de muestra.
- Tipo de análisis requerido.
- Preservación y tipo de reactivo. (si lo requiere)

TABLA N°10.2.

PRESERVACIÓN DE MUESTRAS POR TIPO DE PARÁMETRO

Parámetro físico químico	Volumen mínimo	Frasco	Preservación	Tiempo de almacenamiento
Temperatura	25 ml	P o V	-	Inmediato
pH	100 ml	P o V	-	Inmediato
SST	1000 ml	P o V	Refrigerar a $\leq 4^{\circ}\text{C}$	7 días
SS	1000 ml	P o V	Refrigerar	7 días
DQO	500 ml	P o V	Refrigerar y H_2SO_4 pH<2	28 días
DBO ₅	1000 ml	P o V	Refrigerar	48 horas
Aceites y Grasas	1000 ml	C	Refrigerar y H_2SO_4 pH<2	28 días

Fuente: Elaboración propia.

P: Frascos de P (polietileno de alta densidad).

V (vidrio neutro).

C: Frascos de vidrio ámbar con boca ancha.

10.5.5. Actividades postmuestreo

Es el paso final de la actividad de monitoreo, que incluye los análisis en el laboratorio, el procesamiento y la revisión de datos para evitar errores en los análisis en la etapa de elaboración de los reportes o informes del trabajo de monitoreo.

Se recomienda que el laboratorio este acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) mediante la Norma Técnica Peruana." Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración" NTP.ISO/IEC 17025:2006 o la versión más actualizada en el momento de la solicitud y cuente con la acreditación de los ensayos para la medición de los parámetros ambientales de interés.

Realizar un informe técnico basado en la interpretación de los resultados de los datos de los parámetros de campo y resultados de los análisis de las muestras de agua reportados por el laboratorio.

10.6. Informes de Ensayo.



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047



INFORME DE ENSAYO N° 10231-2016 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL	: P & D ANDINA ALIMENTOS S.A.
DOMICILIO LEGAL	: AV. INDUSTRIAL N° 741 - CERCADO DE LIMA, LIMA
SOLICITADO POR	: AMBIENTE & SEGURIDAD OCUPACIONAL S.A.C. ARSO S.A.C.
REFERENCIA	: MONITOREO DE EFLUENTES / PLANTA DE LÁCTEOS DE P & D ANDINA ALIMENTOS
PROCEDENCIA	: LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2016-01-19
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	: 2016-01-19
MUESTREO POR	: SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C. ⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Aceltes y grasas (HEM)	EPA-821-R-10-001 Method 1664 Rev. B. N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry. 2010	0.5 ^(a)	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH ₃	SM 4500-NH ₃ -B,C. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.	1.00	NH ₃ -N mg/L
SAAM (Detergentes)	SM 5540 C. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.	0.025	mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SM 2540 D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L
Sólidos Sedimentables (SS)	SM 2540 F. Solids. Settleable Solids.	0.5	ml/L/h
Sulfuros	SM 4500 S ²⁻ D. Sulfide. Methylene Blue Method.	0.002	S ²⁻ mg/L
Sulfatos	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E. Sulfate. Turbidimetric Method.	1.00	SO ₄ ²⁻ mg/L
pH (medición en campo)	SM 4500 H ⁺ B. pH Value. Electrometric Method	---	Unid. pH
Temperatura (medición en campo)	SM 2550 B. Temperature. Laboratory and Field Methods.	---	° C
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silicio(SiO ₂), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/L

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 10231 y procedimiento PL-009.

(a) Expresado como límite de detección del método.

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Estimation of Water and Wastewater. (SMEYWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio
NOTA: Los resultados de los 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.

Página 1 de 4

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425-6047 | MÓVIL 994 976 442
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Página 2 de 4

INFORME DE ENSAYO N° 10231-2016 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua residual no doméstica	Agua residual no doméstica	Bianco
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	---
Fecha de muestreo	2016-01-19	2016-01-19	---
Hora de muestro final de muestra compuesta (h)	18:50	18:50	---
Coordenadas UTM WGS 84	0274231E	0274231E	---
	8667624N	8667624N	---
Altitud (msnm)	74	74	---
Descripción del punto de muestreo	Buzón a la salida de planta de lacteos	Buzón a la salida de planta de lacteos	---
Condiciones de la muestra	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada
Código del Cliente	EF-01	DUPLICADO (EF-01)	Bianco viajero (BKv)
Código del Laboratorio	SAG1601145/001	SAG1601145/002	SAG1601145/004
Ensayos	Unidades	Resultados	
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	45.4	////
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	823.40	////
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1235.0	////
Nitrógeno Amoniacal / NH ₃	NH ₃ -N mg/L	<1.00	////
SAAM (Detergentes)	mg/L	0.69	////
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	144.80	////
Sólidos Sedimentables (SS)	mL/h	25.1	////
Sulfuros	S ²⁻ mg/L	0.003	////
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	167.33	////

////: Ensayo no realizado.


Quim. Beibeth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los 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.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 2 de 4

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



Registre P12-01

INFORME DE ENSAYO N° 10231-2016 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua residual no doméstica	Agua residual no doméstica	Blanco
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	---
Fecha de muestreo	2016-01-19	2016-01-19	---
Hora de muestro final de muestra compuesta (h)	18:50	18:50	---
Coordenadas UTH WGS 84	0274231E	0274231E	---
	8667624N	8667624N	---
Altitud (msnm)	74	74	---
Descripción del punto de muestreo	Buzón a la salida de planta de lacteos	Buzón a la salida de planta de lacteos	---
Condiciones de la muestra	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada
Código del Cliente	EF-01	DUPLICADO (EF-01)	Blanco de Campo (BKC)
Código del Laboratorio	SAG1601145/001	SAG1601145/002	SAG1601145/003
Ensayo	L.O.M.	unidades	Resultados
Metales totales			
Plata (Ag)	0.0005	mg/L	<0.0005
Aluminio (Al)	0.01	mg/L	0.42
Arsénico (As)	0.001	mg/L	<0.001
Boro (B)	0.002	mg/L	0.341
Bario (Ba)	0.002	mg/L	0.047
Berilio (Be)	0.0002	mg/L	<0.0002
Calcio (Ca)	0.02	mg/L	74.14
Cadmio (Cd)	0.0004	mg/L	0.0010
Cerio (Ce)	0.002	mg/L	0.003
Cobalto (Co)	0.0003	mg/L	0.0004
Cromo (Cr)	0.0005	mg/L	0.1104
Cobre (Cu)	0.0004	mg/L	0.0889
Hierro (Fe)	0.002	mg/L	0.806
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001
Potasio (K)	0.04	mg/L	8.67
Litio (Li)	0.003	mg/L	0.125
Magnesio (Mg)	0.02	mg/L	7.80
Manganeso (Mn)	0.0004	mg/L	0.0324
Molibdeno (Mo)	0.002	mg/L	0.006
Sodio (Na)	0.02	mg/L	234.03
Níquel (Ni)	0.0005	mg/L	0.0091
Fósforo (P)	0.003	mg/L	2.179
Plomo (Pb)	0.0004	mg/L	0.0039
Antimonio (Sb)	0.001	mg/L	<0.001
Selenio (Se)	0.003	mg/L	<0.003
Silice (SiO ₂)	0.02	mg/L	22.19
Estaño (Sn)	0.001	mg/L	<0.001
Estroncio (Sr)	0.001	mg/L	0.629
Titanio (Ti)	0.0003	mg/L	0.0092
Talio (Tl)	0.003	mg/L	<0.003
Vanadio (V)	0.0004	mg/L	0.0006
Zinc (Zn)	0.002	mg/L	0.378

L.O.M.: Límite de detección del método

Quilm. Bebeth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: (SM2870)-APHA-AWWA-WEF: 22nd. Edición 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los 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.

Página 3 de 4

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6665 - 425-6047 | Móvil 994 976 442
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

Cod.: FT 02/Versión: 00V.F. 09/2015

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



INFORME DE ENSAYO N° 10231-2016 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

RESULTADOS DE CAMPO OBTENIDOS EN EL PUNTO: EF-01			
FECHA	HORA	TEMPERATURA	pH
		°C	unidad. pH
2016-01-19	09:20	34.1	12.3
2016-01-19	10:00	35.0	1.68
2016-01-19	10:55	34.6	6.07
2016-01-19	14:05	39.6	12.42
2016-01-19	14:33	38.6	1.79
2016-01-19	15:12	31.3	3.07
2016-01-19	18:00	43.3	12.10
2016-01-19	18:20	55.9	1.20
2016-01-19	18:40	44.3	4.63

Medición de pH realizada a 25°C.

Lima, 27 de Enero del 2016


Quim. Belbeth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Cod.: FI 02/Revisión: 06/FE/09/2015

* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF, 22nd, Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preestabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chocra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-5885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 876 442
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

Página 4 de 4



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

SAG

EXPERTS WORKING FOR YOU

INFORME DE ENSAYO N° 10588-2016

RAZÓN SOCIAL : P&D ANDINA ALIMENTOS S.A.
DOMICILIO LEGAL : AV. INDUSTRIAL N° 741 - CERCADO DE LIMA, LIMA
SOLICITADO POR : AMBIENTE & SEGURIDAD OCUPACIONAL S.A.C., ABSO S.A.C.
REFERENCIA : MONITOREO DE EFUENTES / PLANTA DE LÁCTEOS DE P&D ANDINA ALIMENTOS
PROCEDENCIA : LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2016-02-08
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2016-02-08
MUESTREO POR : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.(1)

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Caudal	EPA 841-B-97-003. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. 1997	---	L/s

L.C.: Límite de cuantificación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo N° 10588 y procedimiento PL-009.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua residual no doméstica			
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	Agua residual	Agua residual
Fecha de muestreo	2016-02-08	2016-02-08	2016-02-08	2016-02-08
Hora de inicio de muestreo (h)	08:30	09:00	09:30	18:00
Coordenadas UTM WGS 84	0274231E	0274231E	0274231E	0274231E
	8667624N	8667624N	8667624N	8667624N
Altitud (msnm)	74	74	74	74
Descripción del punto de muestreo	Buzón a la salida de planta de lácteos	Buzón a la salida de planta de lácteos	Buzón a la salida de planta de lácteos	Buzón a la salida de planta de lácteos
Código del Cliente	EF-01	EF-1	EF-1	EF-1
Código del Laboratorio	SAG1602096/001	SAG1602096/002	SAG1602096/003	SAG1602096/004
Ensayos	Unidades	Resultados		
Caudal	L/s	2.8	9.27	1.71

Producto declarado	Agua residual no doméstica	Agua residual no doméstica	
Matriz analizada	Agua residual	Agua residual	
Fecha de muestreo	2016-02-08	2016-02-08	
Hora de inicio de muestreo (h)	18:30	19:00	
Coordenadas UTM WGS 84	0274231E	0274231E	
	8667624N	8667624N	
Altitud (msnm)	74	74	
Descripción del punto de muestreo	Buzón a la salida de planta de lácteos	Buzón a la salida de planta de lácteos	
Código del Cliente	EF-01	EF-1	
Código del Laboratorio	SAG1602096/005	SAG1602096/006	
Ensayos	Unidades	Resultados	
Caudal	L/s	8.17	6.53

Lima, 12 de Febrero del 2016

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
 Director Técnico
 C.O.P. N° 648
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (S&M)W, APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012. - EPA: U.S. Environmental Protection Agency. - ASTM: American Society for Testing and Materials. - NTP: Norma Técnica Peruana
 OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento e incluso que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S. A. C., todo su valor para los ensayos realizados en el presente Informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días consecutivos de haber ingresado la muestra al laboratorio. Página 1 de 1

NOTA: Los resultados de los 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.



METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Av. Venezuela 2040 Urb. Ces Lima Cercado - Lima - Lima
Central Telef.: (511) 713-9080 Entel.: 403*8131 RPM: # 999 072 424
Consulta Técnica: Central 713-9080 Anexo 118 RPM: *481579 Entel: 832*3234
E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CVC-0263-2015

Fecha de emisión: 2015-10-30

EXP. : 52507

Pág. 1 de 1

1. **SOLICITANTE** : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: CORRENTÓMETRO**
Marca : GLOBAL WATER Alcance de Indicación : 0,1 m/s a 6,1 m/s
Modelo : FP111 División mínima : 0,1 m/s
N° de serie : 1433004598 Identificación : ELAB-464
Procedencia : U.S.A.

3. **FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**
Calibrado el 2015-10-28 en las instalaciones de Metrología e Ingeniería Lino S.A.C.

4. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
La calibración se realizó por comparación indirecta, empujando para el medidor volumétrico y cronómetro certificado.

5. **TRAZABILIDAD**
Los resultados de la calibración tienen incertidumbre por comparación con los Patrones Nacionales del SNM-INDECOPI. Se utilizó un medidor volumétrico patrón modelo V-125 con Certificado de Calibración N° VC-0261-2015 y un cronómetro digital de código T-052 con Certificado de Calibración T's-0030-2015 ambos de METROIL S.A.C.

Equipo de uso exclusivo para
Análisis realizados por Servicios
Analíticos Generales S.A.C.
No es susceptible de ALQUILABLE

6. **RESULTADOS**

Valor indicado del correntómetro (m/s)	Corrección (m/s)	Valor Convencionalmente Verdadero (m/s)	Incertidumbre de la medición (m/s)
0,50	-0,04	0,46	0,1
1,00	-0,11	0,89	0,1
1,49	-0,19	1,30	0,1
2,16	-0,66	1,50	0,1

Valor Convencionalmente Verdadero = Valor Indicado en el Correntómetro + Corrección

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado del 95 %.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN:

Líquido de prueba: Agua potable

Temperatura Ambiental: 21,2 °C

7. **OBSERVACIONES**

- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

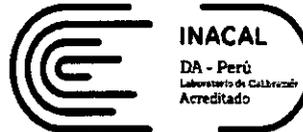
JUAN C. BARTOLO CHUGRIBALA
Jefe del Laboratorio 4

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOPI - SNA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE METROIL S.A.C.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-2405-2015

Fecha de emisión 2015-09-07

Expediente N° 51673
Pág 1 de 2

1. **Solicitante** : SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
3. **Instrumento calibrado** : **TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL**
Marca / Fabricante : CONTROL COMPANY
Identificación : ELAB-416 (*)
Serie : 130517252
Modelo : 4371
Alcance : -50 °C a 300 °C
Resolución : 0,1 °C
Sensor : Termistor
Procedencia : China
Ubicación : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Temperatura y Humedad de METROIL S.A.C. - Sede Comas
5. **Fecha de calibración** : 2015 - 09 - 04
6. **Método de calibración**
 La calibración se realizó por comparación directa según el procedimiento: PC-MT-001 Rev 06 "Procedimiento de Calibración de Termómetros de indicación Digital" de Metroil S.A.C.
7. **Trazabilidad**
 Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del DM - INACAL , en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLLMP)

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

Equipo de uso exclusivo para trabajos realizados por Servicios Analíticos Generales S.A.C. "EQUIPO NO ALQUILABLE"

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IT-191	Termómetro Digital con incertidumbre del orden desde 0,016 °C a 0,023 °C	LT-413-2015 / DM-INACAL
IT-192	Termómetro Digital con incertidumbre del orden desde 0,016 °C a 0,023 °C	LT-412-2015 / DM-INACAL

CHRISTIAN ASTIVIA VALENTÍN
 Jefe del Laboratorio 1

METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Oficina (Ventas - Recepción - Entrega): Av. Venezuela 2040 - Lima - Lima Central Telf.: (51 1)713-6656 / 713-9080 RPM: # 999072424
 Consulta Técnica: Central Telf: 713-9066 RPM: *481579 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-2405-2015
Pág 2 de 2

8. Condiciones de calibración

Tiempo de estabilización: No menor a 10 min
Profundidad de inmersión del sensor: 15 cm
Temperatura ambiental: Inicial: 23,1 °C Final: 22,4 °C
Humedad ambiental : Inicial: 62,4 % H.R. Final: 63,0 % H.R.

9. Resultados

Equipo de uso exclusivo para trabajos realizados por Servicios Analíticos Generales S.A.C.
"EQUIPO NO ALQUILABLE"

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TCV (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
0,0	0,10	0,10	0,08
30,4	-0,40	30,00	0,08
50,1	-0,10	50,00	0,08

Temperatura Convencionalmente Verdadera (TCV) = Indicación del termómetro + Corrección

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

FIN DEL DOCUMENTO



METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Oficina (Ventas - Recepción - Entrega): Av. Venezuela 2040 - Lima - Lima Central Telf.: (51 1)713-5656 / 713-9080 RPM: # 999072424
Consulta Técnica: Central Telf: 713-9086 RPM: *481579 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe



SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.S.

SAG

EXPERTS WORKING FOR YOU

FO-001
Version: 01
F.E.: 09/2013

INFORME TÉCNICO DE MANTENIMIENTO

1. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1 N° de Informe
- 1.2 Tipo de mantenimiento
- 1.3 Área del equipo
- 1.4 Fecha del Servicio

ITM - 47 - 2015
Preventivo
Monitoreo
17 de Abril del 2015

2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

- 2.1 Instrumento
- 2.2 Marca
- 2.3 Modelo
- 2.4 N° de Serie

Multiparámetro
WTW
3500i
10090982

- 2.5 Procedencia
- 2.6 Código Interno
- 2.10 Voltaje

Alemania
ELAB-252
4 pilas de AA

Especificaciones Técnicas del Equipo:

	pH	Conductividad	Oxígeno Disuelto
Rango	-2...20.000	0.01...2000 mS/cm	0.00...20.00 mg/l
Resolución	0.001 / 0.01	0.01 mS/cm	0.01 mg/l ; 0.1 mg/L
Presición	± 0.004	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$

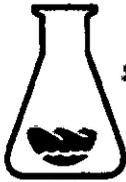
3. RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO

3.1 Aspectos de Seguridad

N°	Descripción	Inspección visual
3.1.1	Ubicación	Equipo de campo
3.1.2	Condiciones Ambientales	Dependiendo del área donde se instale
3.1.3	Cuidado en el uso	Buen estado

3.2 Componentes revisados.

N°	Descripción	Estado encontrado	Trabajo realizado	Estado Actual
3.2.1	Cubierta plástica	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.2	Tedado	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.3	Conectores	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.4	Display	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.5	Tarjeta electrónica	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.6	Electrodo de pH	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.7	Sensor de OD	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.8	Sensor de conductividad	Buen estado	Verificación	Operativo
3.2.9	Empaque	Buen estado	Verificación	Operativo



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

SAG

BETTER WORKING FOR YOU

FD-001
Version: 01
F.E.: 09/2013

Observaciones

- La sonda combinada marca WTW, modelo CONOX, Serie : 10410088 (CD) ; Serie: 1139A078 (OD).
- El electrodo de pH es de marca WTW, modelo Sentix 41, serie C140916047

3.3 Verificación del Instrumento

- a) Estándares utilizados de pH (4.01, 7.00 y 10.01) empleados en la verificación.
- 1.- Buffer de pH 4.01 ± 0.01 a 25°C, Marca: Fermont; Lote N° 338541, Exp. Setiembre del 15.
 - 2.- Buffer de pH 7.00 ± 0.01 a 25°C, Marca: Fermont; Lote N° 341145, Exp. Noviembre del 2015.
 - 3.- Buffer de pH 10.01 ± 0.02 a 25°C, Marca: HANNA; Lote N° 6405, Exp. Julio del 2018

Solución (pH)	Lecturas (pH)	Error (pH)	Slop [mV/pH]
10.01	10.00	0.01	-58.95
7.00	7.00	0.00	
4.01	4.00	0.01	

-Los resultados en la calibración están dentro del rango de aceptación. Según manual del fabricante.

Registro de calibración	Slope [mV/pH]
+++	-60.5 a -58

- b) Se verificó con Estándar de CE (1413 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 5 \mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C) Marca Hanna Instrument; Cat HI-7031; Lote N° 4762; Exp. Julio del 2017

Solución ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Lectura ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Error ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Constante de celda (cm^{-1})
1413	1420	-1	0.488
1413	1412	-1	

-Los resultados en la calibración están dentro del rango de aceptación. Según manual del fabricante.

Registro de calibración	Constante de la celda (cm^{-1})
+++	0.450 ... 0.500 cm^{-1} / 0.800 ... 1.200 cm^{-1}

- c) Se realizó la calibración del Oxígeno Disuelto, Comprobando en aire saturado de vapor de agua.

Resultado de la saturación de aire	Slop relativo
	0.87

-Los resultados en la calibración están dentro del rango de aceptación. Según manual del fabricante.

Registro de calibración	Slop Relativo
+++	0,80 a 1,25

4. RECOMENDACIONES

- No golpear el electrodo. Dado que su estructura generalmente es de vidrio y este material es muy frágil se rompe antes que se deforme, es necesario manipularlo de forma cuidadosa, evitando que sufra golpes, choques o caídas.
- Recordar que el electrodo es un elemento de consumo y que tiene una vida útil limitada. Mientras no esté en uso, mantener el electrodo dentro de la solución buffer de almacenamiento.

5. CONCLUSIONES

- El multiparámetro se deja listo para sus mediciones de pH, Conductividad y OD.

[Signature]
 Quím. Oscar López Arica
 jefe de Monitoreo

[Signature]
 Ruber Vasquez

10.7. Matriz de Consistencia

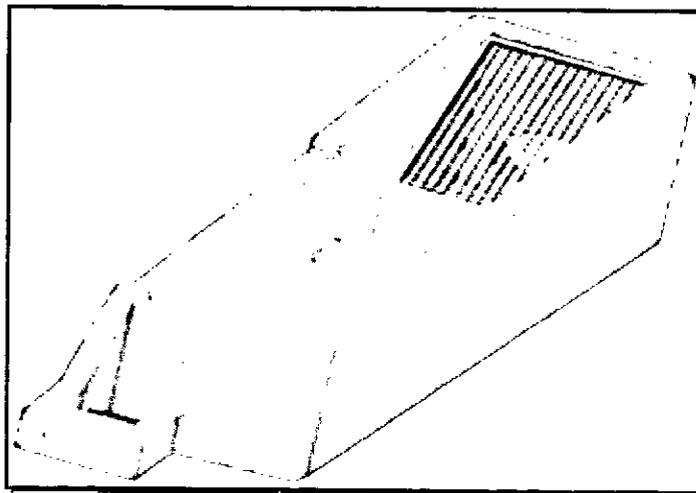
DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES PARA SU DISPOSICIÓN EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. CASO: EMPRESA LÁCTEA P&D ANDINA ALIMENTOS S.A PARA SU PROCESO UHT					
Problema general	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el diseño adecuado de una planta de tratamiento que permita tratar los efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario?	Diseñar una planta de tratamiento de efluentes industriales para la Empresa Láctea del proceso UHT que permita la disposición final de las aguas tratadas cumpliendo con la normatividad vigente D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.	El diseño adecuado de una planta de tratamiento de efluentes industriales generados por la Empresa Láctea del proceso UHT, permitirá cumplir con la calidad del agua para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario.	Independiente Calidad del agua para su disposición final en el sistema de alcantarillado sanitario.	<ul style="list-style-type: none"> • VMA para DBO₅. (mg/L) X₁ • VMA para DQO. (mg/L) X₂ • VMA para Sólidos Sedimentables. (ml/L/h) X₃ • VMA para Sólidos Suspendedos Totales, (mg/L) X₄ • VMA para pH, (Unidad) X₅ • VMA para Temperatura, (°C) X₆ • VMA para Aceites y grasas, (mg/L) X₇ 	<p>Tipo de Investigación: No experimental descriptivo.</p> <p>Población y Muestra Se consideró como población los efluentes industriales generados por la empresa láctea P&D Andina Alimentos S.A del proceso UHT que son vertidos al colector de salida de la planta del proceso UHT (PTO-1) hacia el sistema de alcantarillado.</p> <p>La muestra se tomó ubicando el punto de aforo en el (PTO-1), previo a la descarga de los efluentes industriales.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos. Técnica Documental: Los materiales de consulta fueron las fuentes bibliográficas, iconográficas, y algunos medios magnéticos.</p> <p>Trabajo de Campo: Se utilizaron las siguientes técnicas: visitas a campo y monitoreos.</p>
	Objetivos específicos			<p>OE₁: Caracterizar los efluentes industriales en los aspectos físicos, químicos y biológicos.</p> <p>OE₂: Seleccionar la alternativa de tratamiento que mejor se aplica a los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.</p> <p>OE₃: Determinar los parámetros de diseño para una planta capaz de dar tratamiento a los efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.</p> <p>OE₄: Diseñar la planta de tratamiento de efluentes industriales de la Empresa Láctea del proceso UHT.</p>	

CAPITULO XI
ANEXOS

11.1. Descripción gráfica de las unidades de proceso.

FIGURA N° 11.1.

REJAS DE LIMPIEZA MANUAL-VISTA DE PLANTA

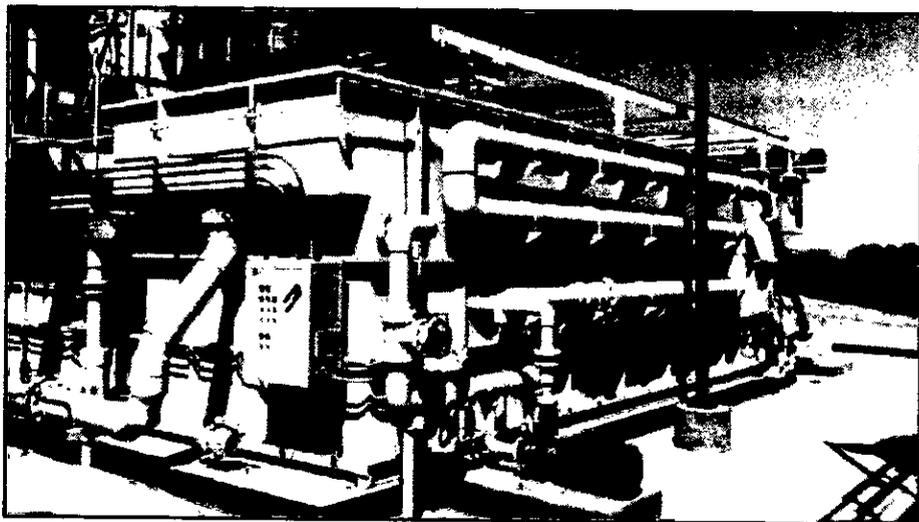


Fuente: Soluciones Medioambientales Alve.

FIGURA N° 11.2.

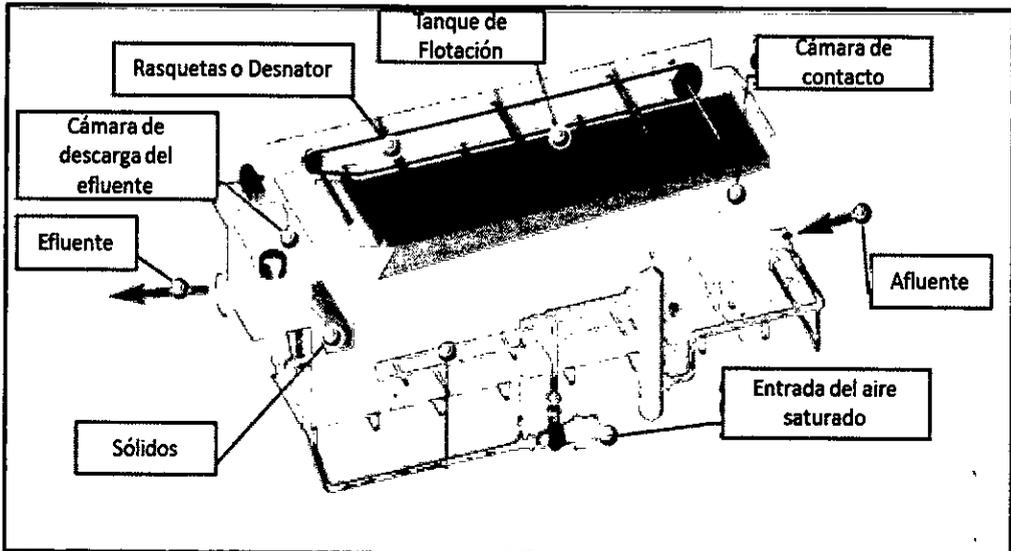
DIFUSIÓN POR AIRE DISUELTO (DAF)

FIGURA N° 11.2.a. TANQUE DE FLOTACIÓN –VISTA DE PLANTA



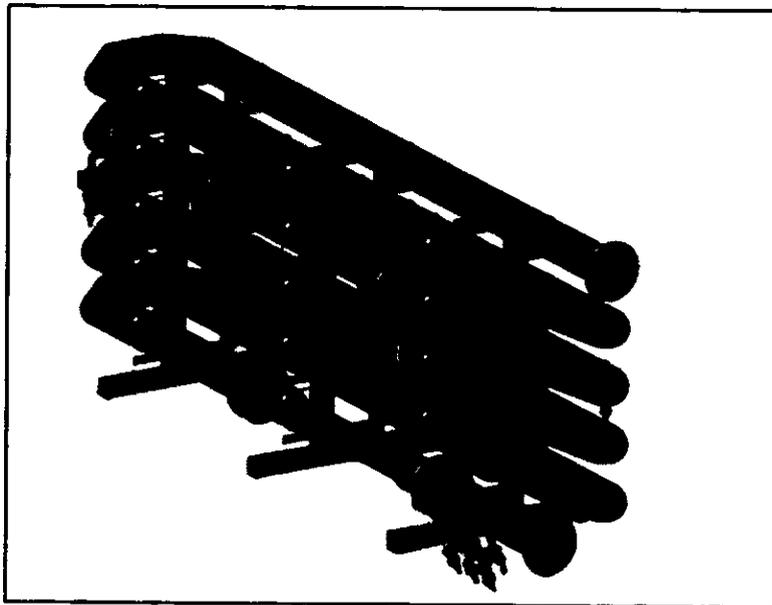
Fuente: KUSTERS WATER / HI-TECH.

FIGURA N° 11.2.b. ELEMENTOS DEL TANQUE DE FLOTACIÓN



Fuente: ROSS, CHARLES C., SMITH, BRANDON M., AND VALENTINE, G. EDWARD (2000) Rethinking Dissolved Air Flotation (DAF) Design for Industrial Pretreatment.

FIGURA N° 11.2.c. CÁMARA DE PRESURIZACIÓN-VISTA DE PLANTA



Fuente: FRC Systems International.

FIGURA N° 11.2.d. RASQUETAS O DESNATADORES-VISTA DE PLANTA

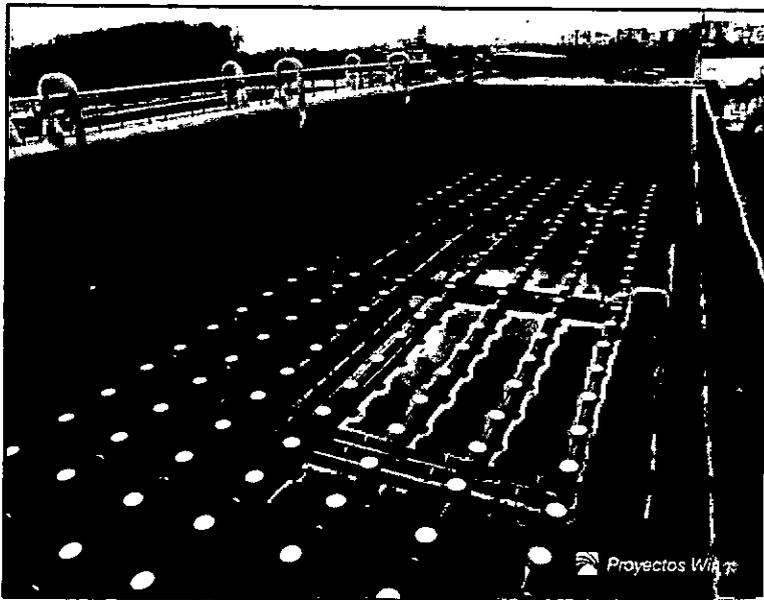


Fuente: INVESQUIA-Ingeniería del agua

FIGURA N° 11.3.

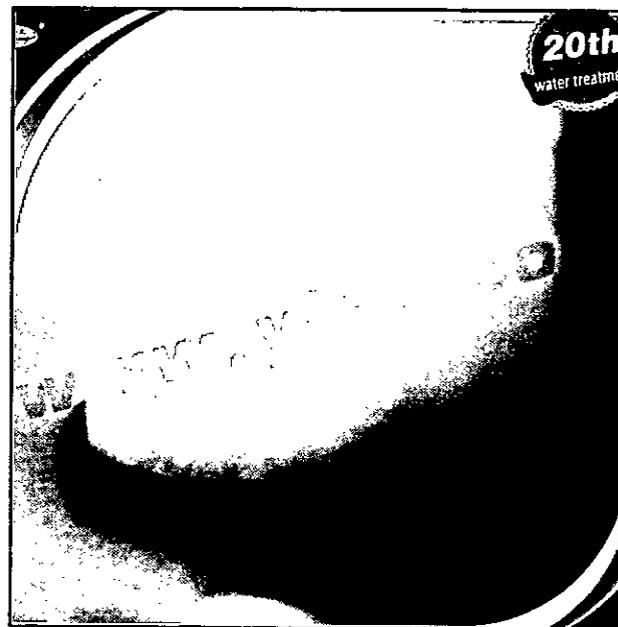
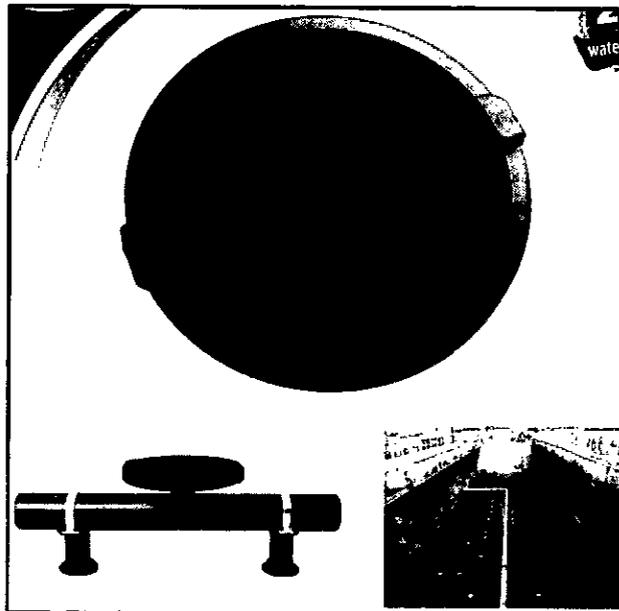
SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS

FIGURA N° 11.3.a. TANQUE DE AIREACIÓN –VISTA DE PLANTA



Fuente: WINGS GROUP S.A-PLANTA UCI CUBA

FIGURA N° 11.3.b. DIFUSORES AIRE DE BURBUJA FINA, EPDM O SILICONA MEMBRANA.

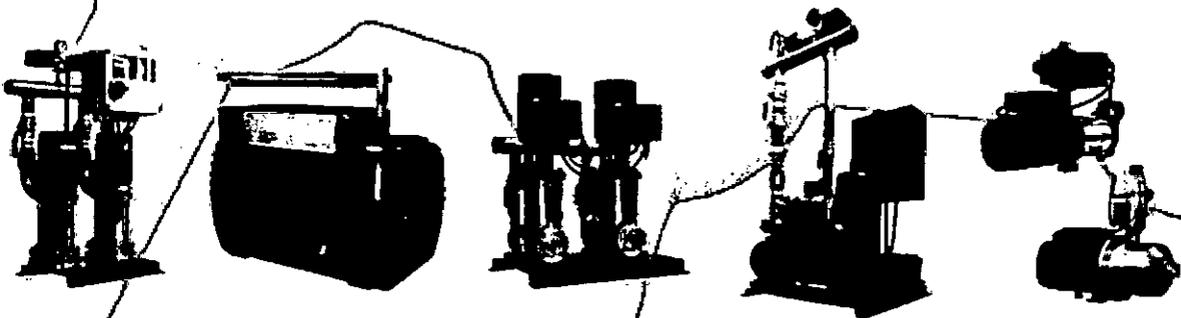


Fuente: YULONG-Difusor de aire de burbuja fija.

**11.2. Catálogos de diseño de los elementos complementarios de la
Planta de tratamiento de efluentes industriales**

Catálogo Distribución

bombas **IDEAL**



C-9 (1061)



INDUSTRIAS
IDEAL



INDUSTRIAS
IDEAL



Catálogo Master

Grandes bombeos - Proyectos de Ingeniería

Bombas Ideal se ha caracterizado por sus bombas de gran y mediano tamaño.

La ingeniería acumulada en su larga existencia y miles de referencias en todo el mundo, avalan la trayectoria de tan larga historia. Es precisamente esta larga vida, la que nos mantiene constantemente joven. Renovándose continuamente, con espíritu creativo e ilusión por el trabajo bien hecho.

Nuestro Catálogo Master, reúne toda la información técnica detallada y necesaria para cualquier proyecto de medio y gran caudal.

El departamento de I+D, junto con las más prestigiosas Cátedras de Hidráulica, desarrollan continuamente nuevos diseños para aplicaciones específicamente demandadas en el proyecto.



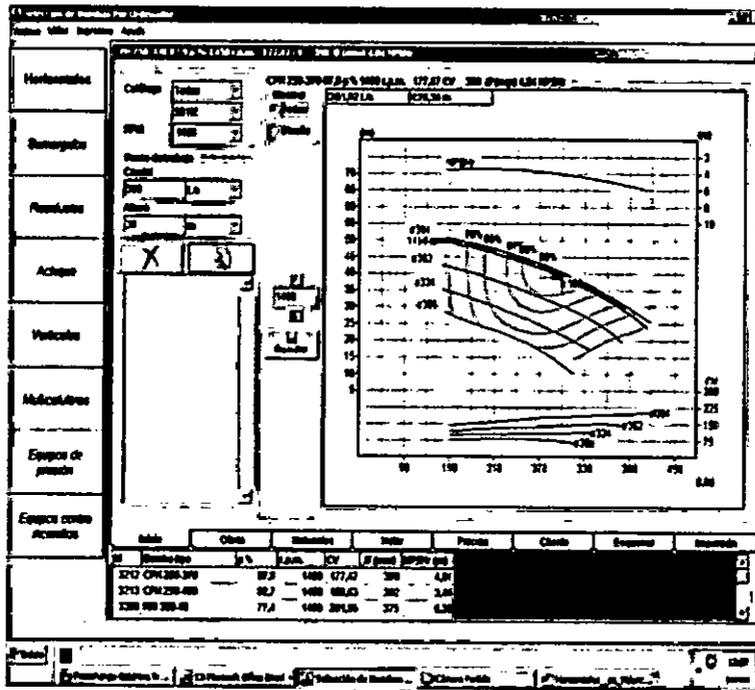
Aplicaciones

- Abastecimientos poblaciones.
- Plantas desaladoras.
- Estaciones de aguas residuales.
- Grandes regadíos.
- Minería.
- Parques lúdicos.
- Obra civil.
- Sistemas contra-incendios y de presión.
- Industria en general.

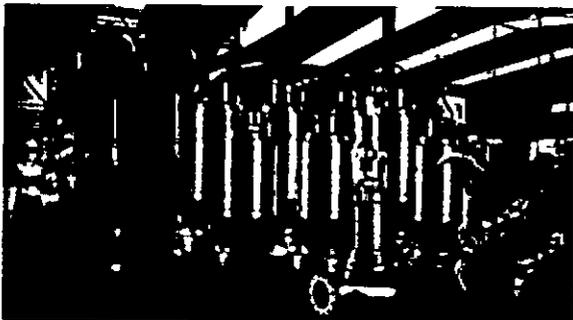
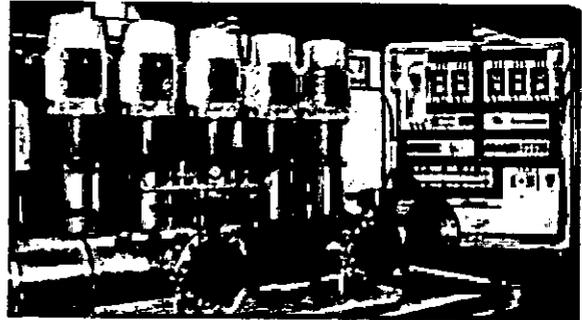
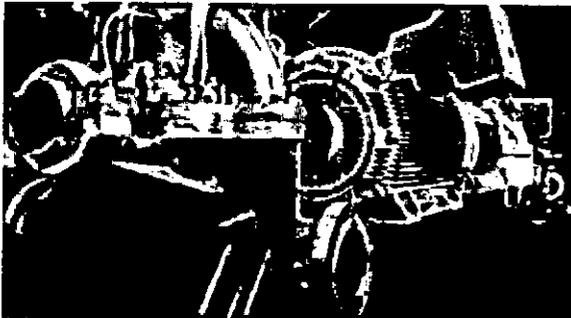
Gama de productos:

- Verticales + Hélice + Helicoidales.
- Sumergidos.
- Achique y Residuales.
- Horizontales monocelulares.
- Cámara Partida.
- Alta presión multicelulares.
- In-line.
- Otros diseños bajo demanda específica.

Catálogo Master



BIPS
Aplicación
informática
selección
de bomba



Catálogo Distribución

Nos complace presentar este nuevo Catálogo C-9 que reúne las diferentes empresas de nuestro Grupo: **IDEAL - ASOIN - BLOCH**, que tiene su orientación al Mercado de la **Distribución**.

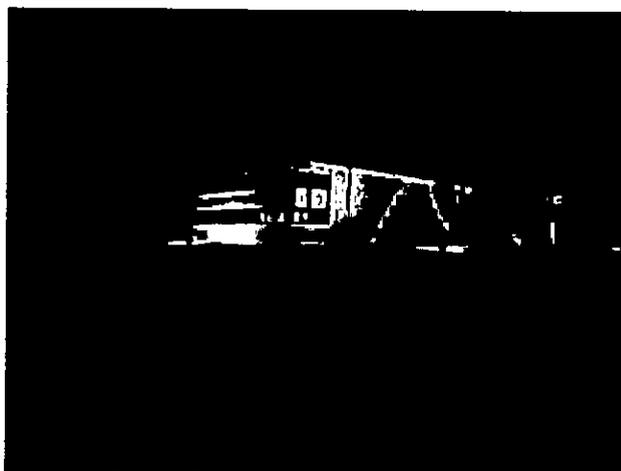
Conjuga en su presentación una amplísima gama de productos y sistemas de bombeo de fabricación propia, con otros de suministradores externos, en alianzas técnico-comerciales. Todos bajo la exigencia de calidad del más alto nivel.

El Servicio y la Calidad han sido los puntos de apoyo para su desarrollo.

Una amplia red de Delegaciones propias, Distribuidores y SAT, asisten y orientan a nuestros clientes en la selección óptima del modelo de bomba o sistema adecuado a cada necesidad.

Nuestra aplicación informática BIPS, de sencillo de manejo, completa y fácil integración, permite obtener los datos hidráulicos, dimensiones, rendimientos, etc., con inmediatez.

Además de los delegados de Zona, el departamento SAC (Servicio Atención Cliente) desde nuestra central en Massalfassar-Valencia, ofrece permanentemente información en plazos, post-venta, ofertas, etc.



Calidad y Servicio

Son las dos constantes que mueven la empresa.

Sintonizar con los deseos de los clientes y anticiparse a ellos nos permite gozar de su confianza, siendo esto el mejor valor de

Bombas Ideal.



Bombas horizontales

Electrobombas multicelulares horizontales. Rodete inox.

Serie **VIPH**



012

Electrobombas multicelulares horizontales inox

Serie **HX**



013

Electrobombas horizontales biturbina inox

Serie **HXD**



014

Electrobombas horizontales autoaspirantes

Serie **JET-PR**



015

Electrobombas centrífugas monobloc

Serie **CMM-ST**



016

Electrobombas centrífugas monobloc biturbina

Serie **STD**



017

Electrobombas centrífugas monobloc gran caudal

Serie **STE**



018

Electrobombas centrífugas monobloc gran caudal

Serie **STQ**



019

Electrobombas centrífugas autoaspirantes

Serie **SIL**



020

Electrobombas autocebantes de canal lateral

Serie **DA**



021

Electrobombas centrífugas periféricas

Serie **CPA**



022

Equipos de presión para gasóleo

Serie **HG**



023

Electrobombas autoaspirantes para piscinas

Serie **Optima-Winner-JP**



024

Electrobombas para fuentes y decorativas

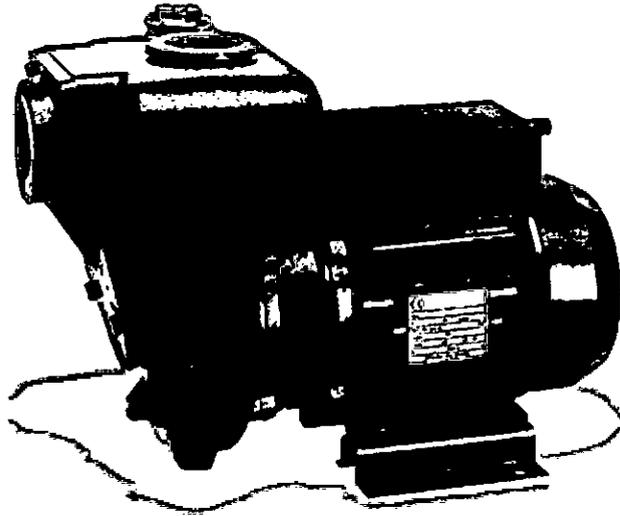
Serie **SP-SPF**



025



Electrobombas centrífugas autocebantes con rodete abierto



SIL 80T125



Aplicaciones

Para aguas o ligeramente sucias, incluso con cuerpos sólidos en suspensión.

Vaciado de fosas y depósitos. Riegos a canal abierto.

Aplicaciones civiles e industriales, etc. Altura máxima de aspiración hasta 7m.

Construcción

Bomba

Cuerpo de bomba, rodete y acoplamiento motor-bomba en hierro de fundición gris. Sello mecánico carbón alumina. Eje en acero inoxidable AISI 316. Válvula clapeta incorporada en la aspiración.

Motor

A inducción, 2 polos, 2900rpm, 50 Hz.

Aislamiento en clase F. Protección IP54.

Ejecución IEC 34.

Monofásicos a 230V, condensador permanente y protección termo-amperimétrica incorporada (de 0,5 a 3 HP)

Trifásicos a 230/400V, la protección debe ser prevista por el usuario con salvamotor adecuado.

Prestaciones y características

Tipo	Motor P2		Amperios		l/min	25	50	100	200	300	400	600	800	1000	1200
	kw	HP	Monof. 1x230V	Trif. 1x400V		m³/h	1,5	3	6	12	18	24	36	48	60
SIL-150K 15M	1,1	1,5	7	3	m.c.a.	18	17	16	15	12	9				
SIL-150K 15T	1,1	1,5	7	3		18	17	16	15	12	9				
SIL-150K 20M	1,5	2	9,3	4,2			19	18	16	14	11	4			
SIL-150K 20T	1,5	2	9,3	4,2			19	18	16	14	11	4			
SIL-180K 30M	2,2	3	12	5,3				17	16	15	14	13	10	6	
SIL-180K 30T	2,2	3	12	5,3				17	16	15	14	13	10	6	
SIL-180X 55T	4	5,5		9,4					24	23	22	21	20	16	13
SIL-180X 75T	5,5	7,5		12						25	24	23	22	20	17

Tipo	Motor P2		l/min	167	233	300	367	433	500	567	633	733	833	933	1033	1133	Rodete	IMP.	
	kw	HP		m³/h	10	14	18	22	26	30	34	38	44	50	56	62	68	mm	ASP.
SIL 80T55 (B)	4	5,5	m.c.a.	30	29	28	27	26	22	18,5	15	10	6				9,5	G3"	
SIL 80T75 (B)	5,5	7,5				40	39	37	35	31,5	28	22						10,5	G3"
SIL 80T100 (B)	7,5	10				42	40,7	40	37	34	31	29	24					13	G3"
SIL 80T125	10	12,5					50	46	44	43	39	36,5	34	30				14	G3"
SIL 80Z200	15	20				60	58	57	55	54	52,5	51	49,5	40				14	G3"
SIL 80Z250	18,5	25					65	63	61	58	56	52	50	46	40			18	G3"
SIL 80Z300	22	30					70	69,5	69,1	69	68,6	68	67,2	65,5	63,5	50		20	G3"

Dimensiones en página: 189



La Sociedad Bombas Ideal, S.A. (en lo sucesivo "la Sociedad") garantiza, con el alcance de garantía que a continuación se establece, que cada pieza del Equipo es nueva se halla exenta de defectos, tanto en cuanto material como en cuanto a acabado, en las condiciones normales de uso y de funcionamiento para las cuales han sido concebidas, y sólo y exclusivamente si han sido correctamente instaladas y utilizadas.

La obligación de la Sociedad en virtud de la presente garantía se limita a la sustitución o reparación, sin gasto alguno, en condiciones EXW, Incoterms 2000, punto de fabricación, de cualquier pieza o piezas defectuosas del equipo, que hayan sido fabricadas por la Sociedad y que sean devueltas a ésta, a su sede de Massalfassar, (Valencia) siempre y cuando dicha pieza o piezas se reciban en la fábrica de la Sociedad en el menor de los siguientes dos plazos: doce (12) meses a contar desde el momento de la instalación, o dieciocho (18) meses desde la fecha de la puesta a disposición.

Cuando los suministros procedan de otra casa y, en general, siempre que no los fabrique la Sociedad, ésta otorgará al Comprador las mismas garantías que a ella se le concedan.

El Comprador deberá notificar a la Sociedad, mediante correo certificado con acuse de recibo, cualquier reclamación por violación de garantía en un plazo de treinta (30) días desde que haya tenido conocimiento de la misma, pero nunca después de la caducidad del período de garantía en cuestión. En caso contrario, se entenderá que existe renuncia a la reclamación.

El Comprador asume todos los riesgos y responsabilidades que se deriven del uso del equipo, ya sea que lo utilice de forma individual o en combinación con otro equipo o maquinaria.

La presente garantía no se aplicará a ningún equipo, ni a ninguna pieza del mismo, que haya sido reparado o modificado fuera de la fábrica de la Sociedad sin el consentimiento previo por escrito de ésta, o que haya sido modificado en forma tal que, en la apreciación de la Sociedad, que afecte negativamente el rendimiento o la fiabilidad del equipo, o que haya sido sometido a uso incorrecto o negligencia, o que haya sufrido algún accidente, o que haya sido utilizado en condiciones excesivamente severas o en condiciones que de algún modo exceden las que se establecen en las especificaciones de dicho equipo.

Cualquier manipulación del producto por personal ajeno a la Sociedad y sin autorización por escrito del mismo, llevará implícita de forma automática la pérdida de garantía.

Quedan totalmente excluidos de la garantía:

a) Los desperfectos que se puedan producir durante el transporte, que será siempre por cuenta del Comprador.

b) Las averías que se produzcan por una deficiente instalación, cuando ésta no haya sido realizada por la Sociedad, una mala utilización del producto o el incumplimiento de las instrucciones de puesta en marcha y mantenimiento indicadas por el fabricante.

c) Las piezas de desgaste y efectos normales de corrosión y erosión, así como aquellas averías derivadas de utilizar fluidos distintos a los indicados en la petición de oferta o debidas a una incompleta información sobre la composición de los mismos.

d) Los costes de grúas, andamajes, dispositivos de izado y la mano de obra no cualificada que pueda ser necesaria para el montaje y desmontaje de las bombas en obra.

La garantía se circunscribe exclusivamente al Producto suministrado y no será admitida ninguna reclamación en concepto de daños y perjuicios iniciada por el Comprador (o cualquier otra parte) por daños consecuenciales o lucro cesante. En cualquier caso, la responsabilidad total de la Sociedad en relación con las características del pedido y en general por el incumplimiento de las obligaciones asumidas por éste en las Condiciones de Venta, no excederá en ningún caso del importe del Producto que haya dado lugar a la reclamación. La garantía se perderá automáticamente por incumplimiento de la obligación de pago por parte del Comprador.

La presente garantía se expide en sustitución expresa de cualesquiera otras garantías, implícitas o expresas, incluida cualquier garantía implícita de comercialización o de adecuación a alguna finalidad particular que no esté establecida en escrito debidamente firmado por un representante autorizado de la sociedad.

La Sociedad no se responsabilizará de ningún siniestro o daño que resulte, directa o indirectamente, del uso o falta de uso del equipo. Sin que ello suponga una limitación al carácter general de la anterior afirmación, dicha ausencia de responsabilidad comprende los gastos del Comprador por pérdidas de utilización o por generar pérdidas de utilización, y/o daños por los cuales el Comprador pueda ser responsable frente a terceros, y/o daños a la propiedad, y/o lesiones y/o muerte de cualquier persona. La Sociedad tampoco asume, ni autoriza a que ninguna persona asuma por ella, ninguna otra responsabilidad en relación con la venta o uso del equipo.

BOMBAS IDEAL S.A.

Polígono Industrial del Mediterráneo. Calle CID 8
46560 Massalfassar (Valencia) - España
Teléfono 902.203.400 - Fax 902.733.818
bombasideal.com

Registro Mercantil de Valencia, sesión 3ª Anónimas, tomo 119, Libro de Sociedades, folio 19, hoja 1499. - C.I.F. A-46002069.

La evolución de una marca

bombas
IDEAL



Bombas Ideal, S.A.

Polígono Industrial Mediterráneo. Calle Cid, 8

Teléfono: 902 203 400

Fax: 902 733 818

46560 - Massalfassar - Valencia (Spain)

www.bombasideal.com

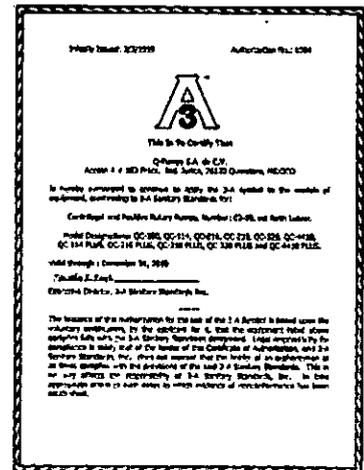
C Series Close - Couple Pump

Q-Pumps

Accumulating experience over many years, Q-Pumps is a manufacturer enterprise of sanitary centrifugal pumps born in 1997 with the "C" series being 100% interchangeable with Tri Clover pumps, introducing a pump with the highest quality standards. Q-Pumps manufactures its products for American Standards (NEMA motors) and European Standards (IEC B14/B5 motors) now a days we offer several options to satisfy any sanitary pump requirements.

Q-Pumps has the 3A certification for the entire line of products since food and pharmaceutical industries require this certification in all their equipment, so they can warrantee the hygiene and quality of the products, which are built in stainless steel 300 series – all the wet parts are made in T-316L and the rest are stainless steel T-304 – this warrantee the resistance and durability of the products. Also the pumps can be manufactured under the customer specifications like special connection in the inlet and outlet or special finish in the wet parts (sandblast, sanitary (less than 32 Ra) and electropolished).

For knowing more about the 3-A Sanitary Standards, Incorporated please visit: www.3-a.org



TECHNICAL ASSISTANCE

Q-Pumps provide comprehensive assistance in the form of pump selection, operating, instruction and maintenance service data. Ask for the Maintenance and installation Manual of the QC Series Centrifugal Pump, brochures and flyers. Please contact at sales@qpumps.com and for digital information please visit: www.qpumps.com

CAUTION

When centrifugal pumps are operated in closed loop re-circulation systems, pumps will cause the fluid in the loop to increase in temperature. This is because the **MOTOR HORSEPOWER** not used to pump the water is transferred as heat into the water. Temperature increase is **GREATER** if pumps are run near shut-off.

MECHANICAL SPECIFICATIONS

The QC/QC+/IC+ Series have the following configurations of sizes and options:

Model	Standard Inlet	Enlarged Inlet	Outlet	Maximum Impeller Diameter
QC-100	1.500	-----	1.000	3.700
QC-114	1.500	2.000	1.500	4.000
QC-216	2.000	2.500	1.500	6.000
QC-218	2.000	3.000	1.500	8.000
QC-328	3.000	4.000	2.000	8.000
QC-4410	4.000	6.000	4.000	10.000

*Dimensions in inches

Q-Pumps

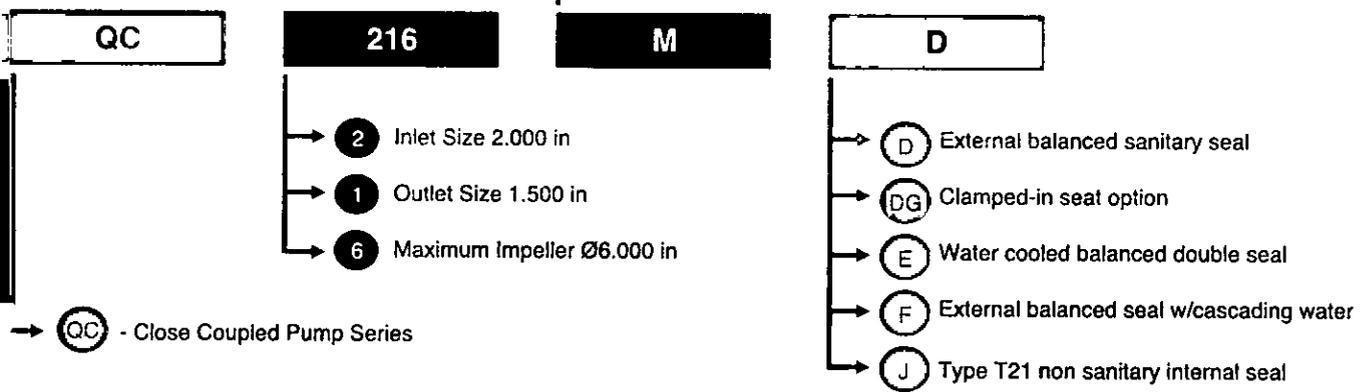
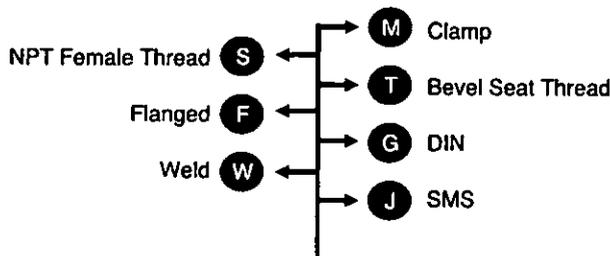
ORDERING INFORMATION

MODEL NUMBER EXAMPLE INTERPRETATION

Each QC Series of Q-Pumps is identified by a model number. An interpretation of how these numbers and letters identify specific pump components is explained as follow:

MODEL NUMBER EXAMPLE

QC-216-M-D



SPECIAL NOTES

The No. 1 as used in model number stands for 1 ½", i.e., Model 216 2" inlet, 1 ½" outlet.

- Enlarged inlet: When ordering pump with enlarged inlet size, i.e., QC318MD with 3" inlet.
- Casing Gaskets: BUNA-N is standard casing gasket or specify on order if VITON or EPDM is required.
- Casing Finish: Clamp and Bevel Seat come as a standard finish polished. Both are available with glass beaded finish. Specify on order.

"QC" Series pumps with types D, DG, E and F seals, polished casing with either Clamp, Bevel Seat, DIN and SMS connections are authorized as meeting 3A accepted practices and are identified with the 3A symbol.

MOTOR DATA

Is not included as part of identifying number.

Following information is needed:

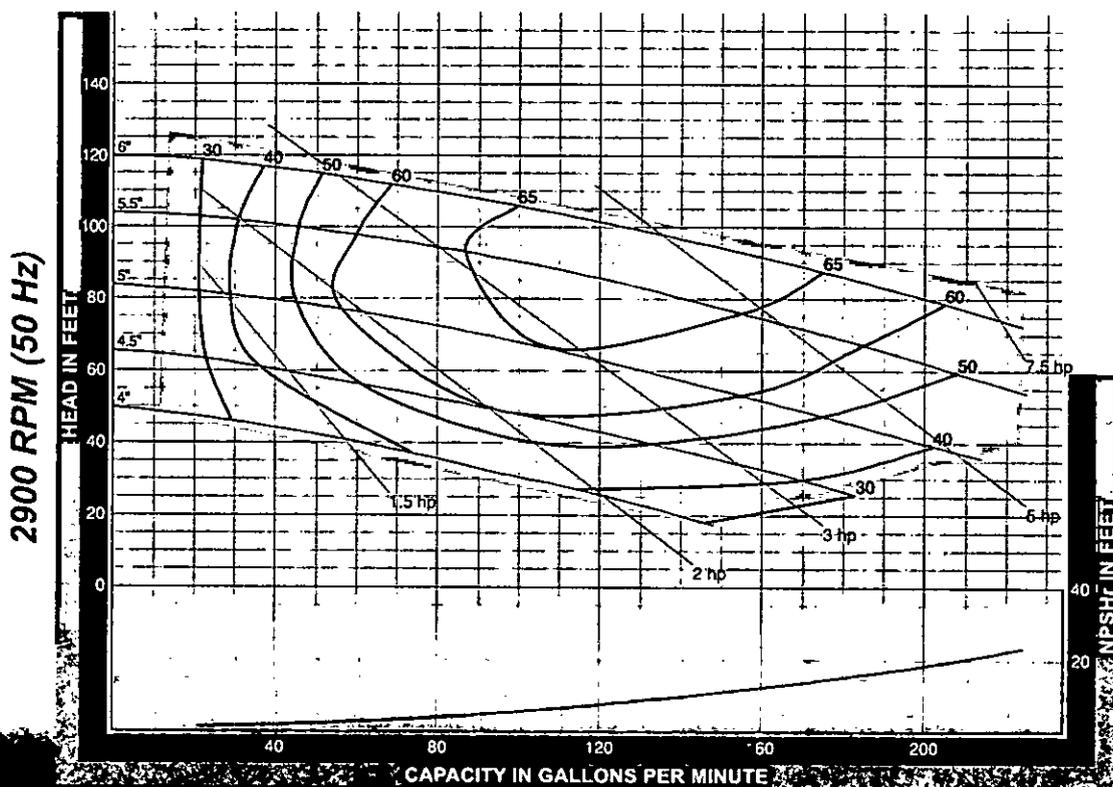
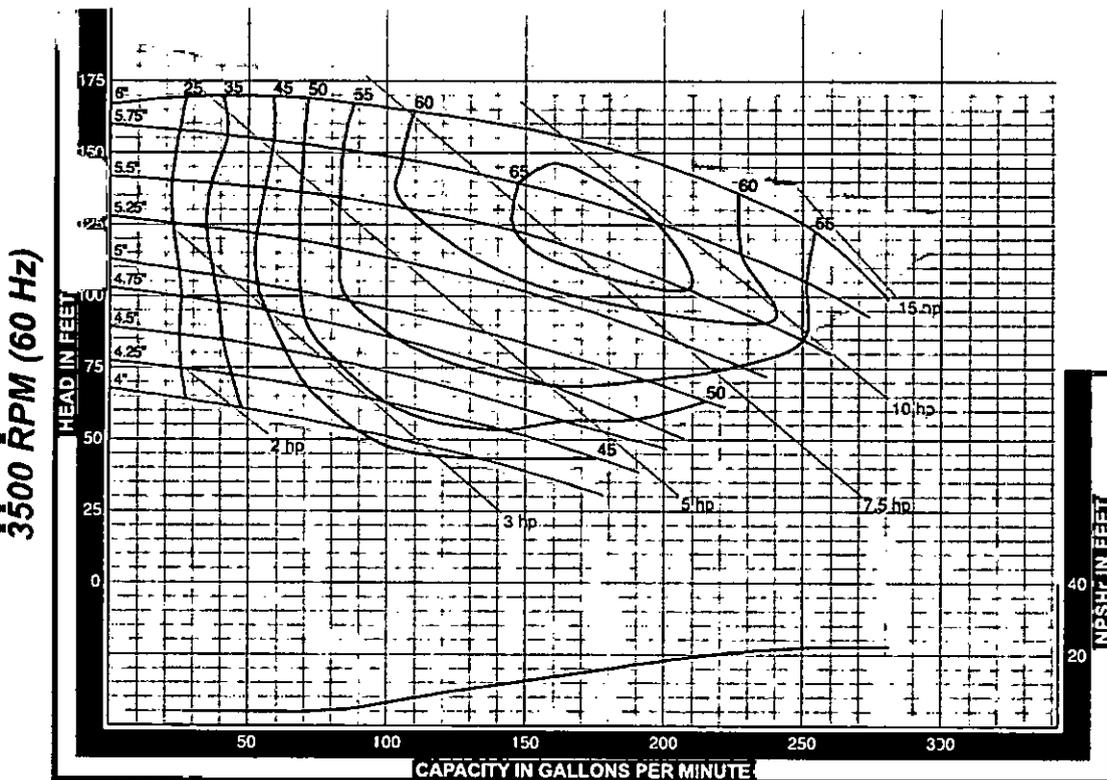
- Horsepower and RPM.
- Electrical phase and voltage.
- Motor housing – totally enclosed, easy clean, etc.

If motor is to be furnished from another source, supply following information:

• Series, Horsepower, RPM and Nameplate size

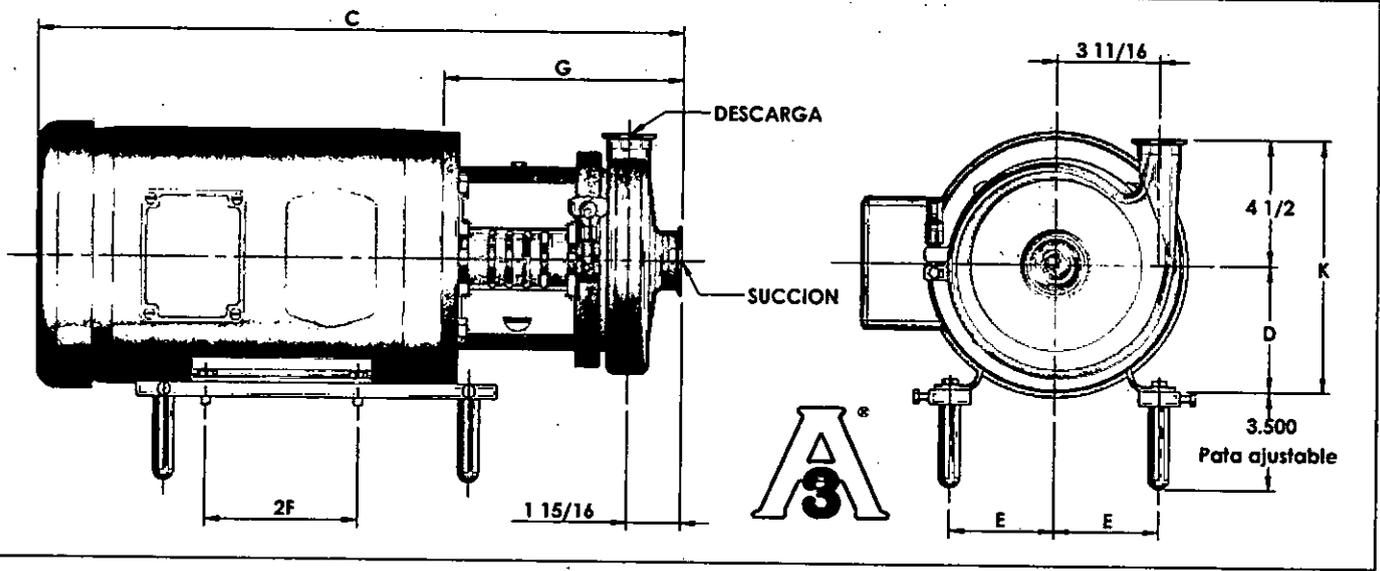
Q-Pumps **QC-216 2.0" x 1.5" standard Inlet**

QC-216 Inlet 2" x Outlet 1 1/2". The curves are based testing water at 70° F and have a tolerance of $\pm 5\%$ applicable to all of them. For different operation conditions please contact us. The impeller diameter is in inches.



Q-Pumps S.A. de C.V.

MODELO QC 216 2 x 1-1/2



MOTOR TEFC			DIMENSIONES EN PULGADAS (DE REFERENCIA UNICAMENTE)							PESO
HP	RPM	NEMA	C	D	E	2F	G	H	K	APROX. kg
1/2	1750	56C	16,937	3,500	2,438	5,000	8,000	0,344	8,000	27
3/4	1750	56C	16,938	3,500	2,438	5,000	8,000	0,344	8,000	28
1	1750	56C	16,938	3,500	2,438	5,000	8,000	0,344	8,000	29
1-1/2	1750	56C	16,938	3,500	2,438	5,000	8,000	0,344	8,000	29
1-1/2	1750	145TC	19,500	3,500	2,750	5,000	8,000	0,344	8,000	33
2	1750	145TC	19,500	3,500	2,750	5,000	8,000	0,344	8,000	33
3	1750	182TC	22,750	4,500	3,750	4,500	8,625	0,406	9,000	47
3	3500	145TC	19,500	3,500	2,750	5,000	8,000	0,344	8,000	36
5	3500	184TC	24,125	4,500	3,750	5,500	8,625	0,406	9,000	49
7-1/2	3500	184TC	24,125	4,500	3,750	5,500	8,625	0,406	9,000	50
7-1/2	3500	213TC	25,000	5,250	4,250	5,500	9,750	0,406	9,750	53
10	3500	215TC	26,750	5,250	4,250	7,000	9,750	0,406	9,750	73
15	3500	215TC	26,750	5,250	4,250	7,000	9,750	0,406	9,750	91
20	3500	256TC	30,000	6,250	5,000	10,000	10,031	0,531	10,750	140

CONSTRUCCION EN ACERO INOXIDABLE
 PARTES EN CONTACTO DIRECTO CON EL FLUIDO - T-316
 CARCAZA - T-316 L
 PARTES SIN CONTACTO DIRECTO CON EL FLUIDO - T-304

PARA ASESORIA TECNICA ESPECIALIZADA Y
 COTIZACIONES POR FAVOR CONTACTENOS:

ACCESO A #103, FRACC. IND. JURICA
 76130 QUERETARO, QRO., MEXICO
 TELEFONO: 52 (442) 218 4570 / 218 7400

FAX: 52 (442) 218 4577

www.qpumps.com

sales@qpumps.com

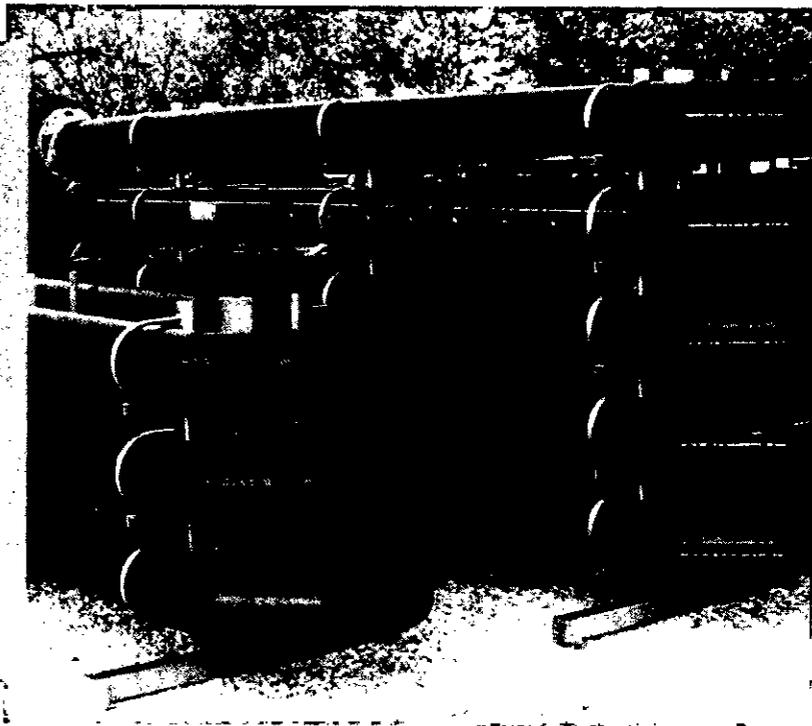
administration@qpumps.com

LAS BOMBAS DE LAS SERIES QC/QC+/IC+ VIENEN CON UN ADAPTADOR FABRICADO EN ACERO INOXIDABLE Y CON LA OPCION DE SELECCIONAR ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE SELLOS "D", "DO" Y "E".

LAS SERIES QC/QC+ CUMPLEN CON LAS NORMAS SANITARIAS 3A No. 02-10, PARA BOMBAS CENTRIFUGAS Y POSITIVAS PARA LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS.

LAS BOMBAS DE LAS SERIES QC/QC+ TIENEN COMO ESTANDAR EN TODAS LAS SUPERFICIES DE CONTACTO CON EL FLUIDO UN ACABADO SUPERFICIAL ESTANDAR DE 32R* (160 GRIT), AUNQUE SI FUERA NECESARIO SE CUENTA TAMBIEN CON OTROS ACABADOS COMO ELECTROPULIDO Y SANDBLASTEADO.

SERIE F FLOCULADORES



ACCESORIOS TUBULARES DE RADIO LARGO

Los floculadores serie F de FRC coagulan y floculan eficientemente los sólidos suspendidos sin usar partes móviles o fuentes de energía externas, como los son las mezcladoras mecánicas.

El enfoque de ingeniería usado para el diseño del floculador hace uso de accesorios tubulares de radio largo que elimina las fuerzas cortantes. Esto da como resultado la formación de un floculo de alta uniformidad con unas dosis de dosificación de químicos bajas. Inyectores de Aire permiten que las burbujas queden atrapadas dentro de los sólidos floculados lo que incrementa la eficiencia de la separación, mientras que las Zonas de Mezcla permiten una dispersión precisa del químico dosificado.

Los floculadores de FRC vienen estandarizados con una serie de accesorios y conexiones para la dosificación de químicos, muestreo e inyección de agua saturada con aire. Nuestros modelos tienen capacidades de hasta 905 m³/hr. Los floculadores pueden ser fabricados en HDPE, PVC, SS 304 y SS 316.

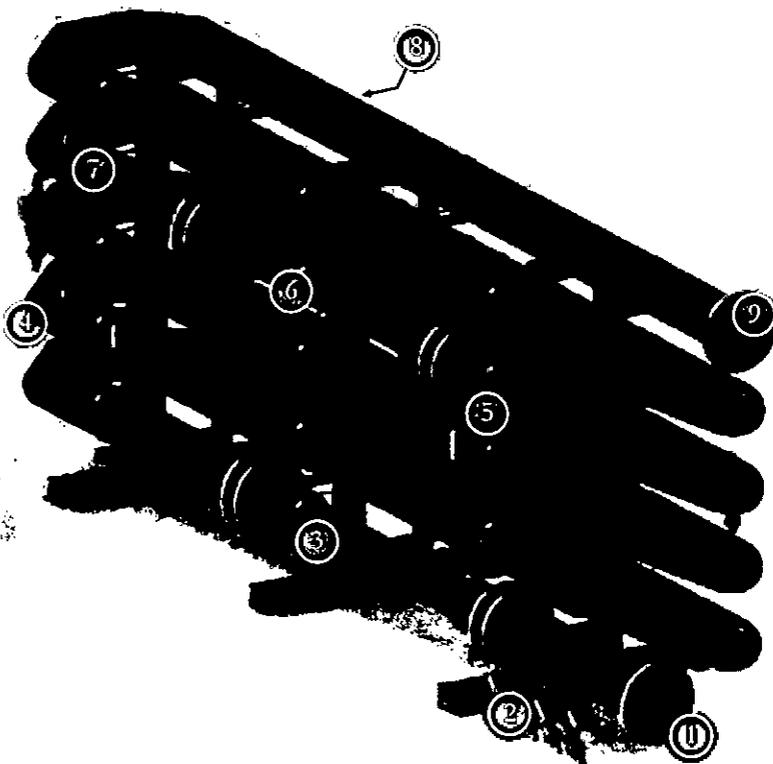
ZONAS DE MEZCLADO

INYECTORES DE AIRE



DETALLES DE SISTEMA

1. Entrada Brindada
2. Punto para Inyección de Coagulante
3. Zona de Mezclado 1
4. Accesorio Curvo de Radio Largo
5. Punto para Inyección de Polímero
6. Zona de Mezclado 2
7. Punto de Muestreo
8. Puntos de Inyección de Aire (detrás del tubo)
9. Salida Brindada



ESPECIFICACIONES DE LOS MODELOS

Modelo	Caudal (m ³ /hr)	Materiales	Peso Vacío (kg)	Peso en Operación (kg)	Medidas LxWxH (m)
F-1	1,5 - 2,5	PVC / SS	64	73	2,5 x 0,6 x 1,1
F-1.25	2,7 - 3,9	PVC / SS	65	84	2,5 x 0,6 x 1,1
F-1.5	4,5 - 6,3	PVC / SS	66	214	2,8 x 0,6 x 1,3
F-2	6,6 - 9,3	PVC / SS	130	229	2,8 x 0,6 x 1,4
F-2.5	9 - 14,8	PVC / SS	132	254	2,8 x 0,6 x 1,5
F-3	15,7 - 22,5	PVC / SS	200	404	4,5 x 0,7 x 1,3
F-4	27 - 39	PVC / SS	282	553	4,5 x 0,9 x 1,9
F-5	47,5 - 64,7	HDPE / SS	377	1.150	4,8 x 0,9 x 2,0
F-6	63,5 - 86,3	HDPE / SS	422	1.406	4,8 x 0,9 x 2,1
F-8	95 - 158	HDPE / SS	640	2.257	4,9 x 1,1 x 1,8
F-10	147 - 237	HDPE / SS	830	2.856	4,9 x 1,1 x 2,0
F-12	209 - 345	HDPE / SS	1.430	4.148	4,9 x 1,1 x 2,4
F-14	295 - 454	HDPE / SS	1.905	5.400	5,2 x 1,1 x 2,8

* Consulte FRC ya que algunos valores pueden cambiar con base en detalles específicos de su proceso

* Modelos con mayores capacidades de flujo están disponibles si es necesario

FRC
SYSTEMS INTERNATIONAL

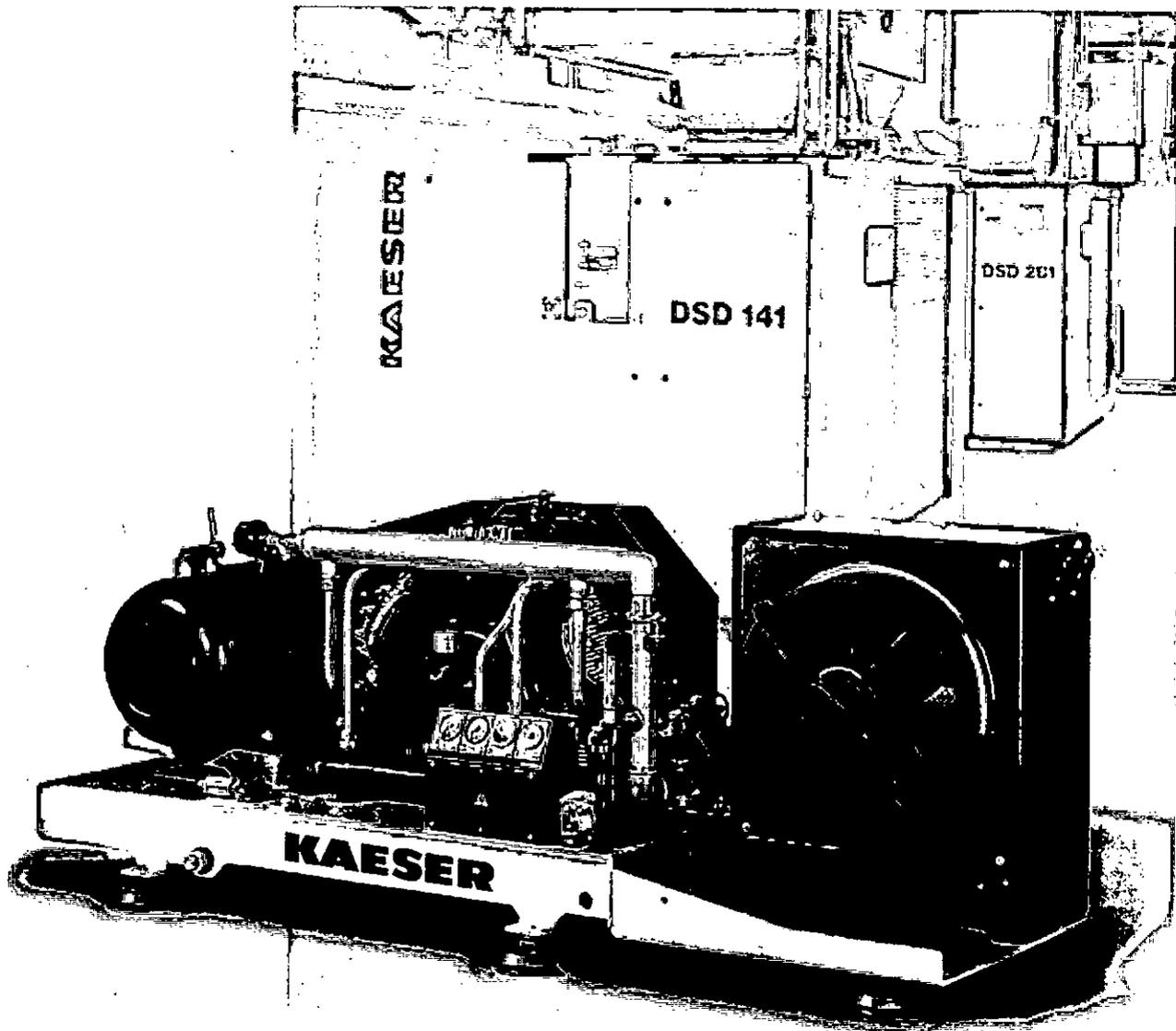
FRC Systems International, LLC | PO Box 3147 Cumming, GA 30028
(770) 534-3681 | www.frcsystems.com | info@frcsystems.com

Trusted Wastewater Solutions™

KAESER
COMPRESORES

Boosters

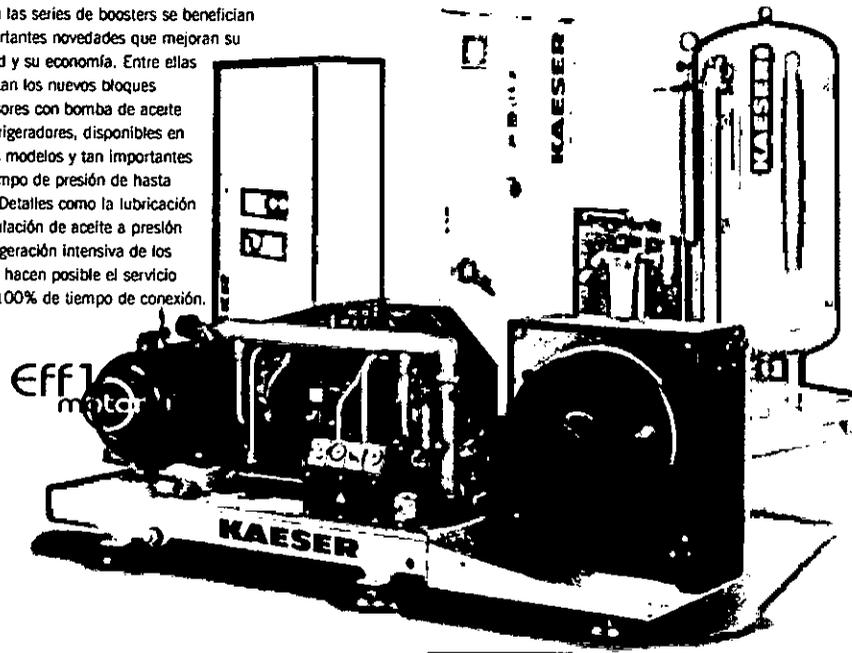
Serie N Presión inicial hasta 13 bar - presión final hasta 45 bar
Caudal 0,28 - 18 m³/min



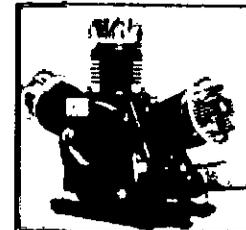
E icacia hasta 45 bar

Innovación

El esfuerzo constante y fructífero de KAESER KOMPRESSOREN en sus trabajos de investigación y desarrollo repercute positivamente en todos sus productos. También las series de boosters se benefician de importantes novedades que mejoran su fiabilidad y su economía. Entre ellas se cuentan los nuevos bloques compresores con bomba de aceite y los refrigeradores, disponibles en distintos modelos y tan importantes en el campo de presión de hasta 45 bar. Detalles como la lubricación por circulación de aceite a presión y la refrigeración intensiva de los cilindros hacen posible el servicio con un 100% de tiempo de conexión.



Made in Germany!



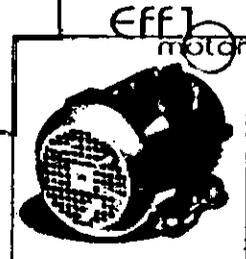
Compresor KAESER
KAESER tiene buenas razones para fabricar sus propios bloques compresores de alta presión. Sus bajas velocidades de giro garantizan una larga vida útil y un rendimiento alto y homogéneo.



Cilindros de primera calidad
Gracias a un excelente esmerilado y a la protección antidesgaste de estos cilindros queda garantizado un bajo consumo de aceite durante todo el servicio de la máquina.



Bajas temperaturas
En las unidades de tres cilindros, los refrigeradores finales de aire comprimido van equipados con ventiladores propios para garantizar en todo momento temperaturas mínimas de salida del aire comprimido. Los boosters con refrigerador final refrigerado por agua consiguen reducir aún más las temperaturas diferenciales.

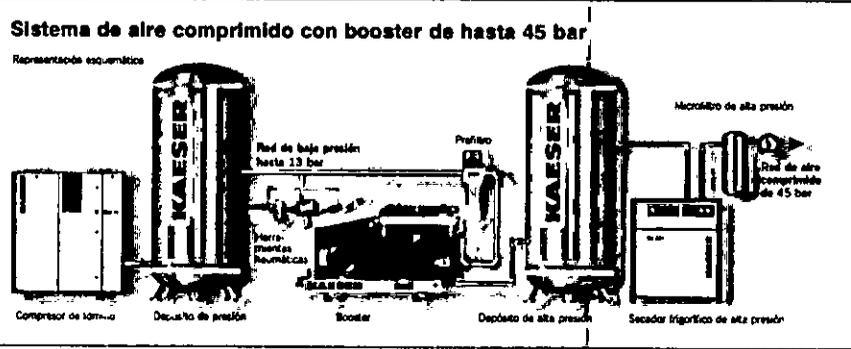


Motor de bajo consumo
Los motores eléctricos "EU eff1", de primera calidad, ofrecen un altísimo rendimiento y consumen poca electricidad. Sus bajas temperaturas de servicio suponen otra ventaja adicional.

¿Por qué usar un booster?

La posibilidad de disponer de distintos niveles de presión convierte el aire comprimido en un medio energético aún más versátil. Existen aplicaciones especiales que exigen soluciones especiales para poder alcanzar el máximo de economía. Por ejemplo, resulta conveniente usar boosters en aquellas aplicaciones en las que se requiere aire de control y de procesos a mayor presión en puntos determinados, como sucede en la producción de envases de PET. Y es que siempre será más económico recomprimir el aire de la red que ya trae una presión determinada con compresores descentralizados relativamente pequeños que elevar la presión de todo el sistema para satisfacer la demanda de algunos puntos de toma, ya que, reducir luego la presión del aire comprimido para la mayor parte de los usos es un auténtico desperdicio de energía.

KAESER KOMPRESSOREN ofrece un completo programa de unidades booster de pistón de alto rendimiento que elevan la presión del aire de la red hasta 45 bar(s) y que armoniza perfectamente con el sistema KAESER de compresores de tornillo SIGMA PET AIR.



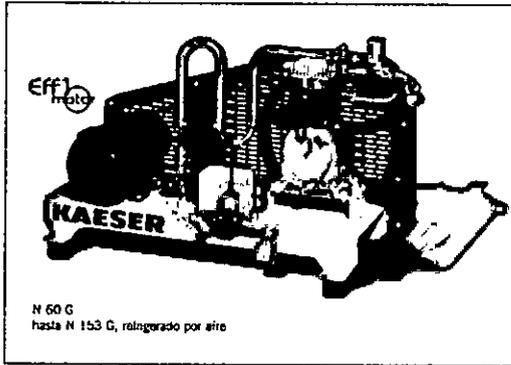
Más información en nuestro folleto SIGMA PET AIR, P.200



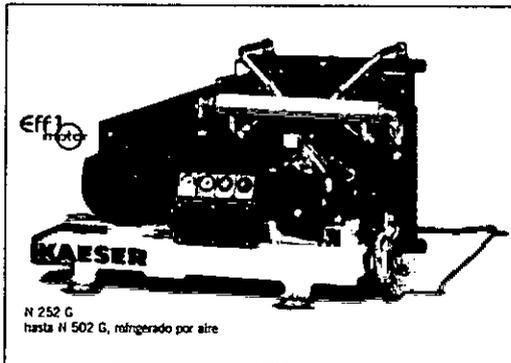
Valen su peso en oro

Los boosters para presiones máximas de 40 bar se encuentran con muchísima frecuencia. Sin embargo, esta presión máxima habitual en la mayoría de los recompresores se está quedando corta para algunas aplicaciones. Si no se conforma con una medalla de plata, sino que su meta es alcanzar el oro, lo que necesita es un booster KAESER, capaz de suministrar una presión máxima de 45 bar de manera constante y adaptándose a las condiciones del sistema. Nuestras décadas de experiencia en la fabricación de compresores de pistón y nuestro compromiso por alcanzar siempre el nivel más alto de calidad son la garantía para lograr el éxito.

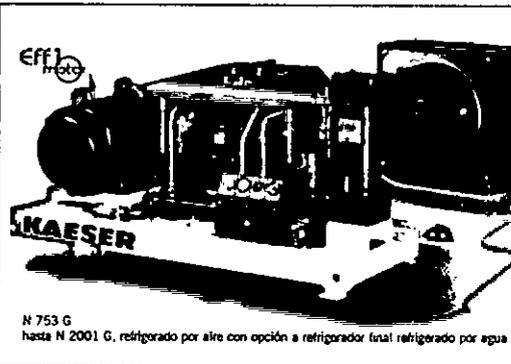
El trío imbatible



N 60 G
hasta N 153 G, refrigerado por aire



N 252 G
hasta N 502 G, refrigerado por aire



N 753 G
hasta N 2001 G, refrigerado por aire con opción a refrigerador final refrigerado por agua

Para demandas pequeñas

Nuestros "pequeños" son los más adecuados para caudales pequeños a presiones máximas de hasta 40 bar: se trata de unidades con bloques de uno o dos cilindros, de hasta 4 kW de potencia y accionadas por motores de alto rendimiento. La calidad KAESER queda garantizada, ya que todos los bloques compresores son de producción propia.

Para demandas de aire medianas y grandes

Si hablamos de caudales mayores hasta 45 bar de presión máxima, habremos llegado al campo de los boosters medianos y grandes de KAESER. El corazón de estas unidades es su bloque compresor de dos o tres cilindros de alta calidad y rendimiento óptimo. Los motores eléctricos de accionamiento eff1, de hasta 45 kW, garantizan una eficacia energética óptima. El dispositivo de retensado de las correas, manual en las unidades de dos cilindros y automático en las de tres, garantiza una transmisión homogénea de la fuerza y, por tanto, un servicio fiable y económico.

Dependiendo del campo de aplicación, los boosters se equiparán con un refrigerador final refrigerado por aire o por agua (N 253 G - N 502, sólo refrigerado por agua; desde N 753 G, refrigerador final refrigerado por aire o por agua).

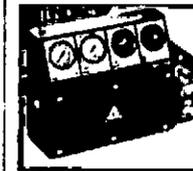
Las unidades refrigeradas por aire (N 753 G - N 2001 G) llevan un refrigerador separado con un motor para el ventilador que limita notablemente la temperatura diferencial (ΔT) entre el aire aspirado y el de salida.

Y para quedarse aún "más frescos", los modelos N 753 hasta N 2001 pueden equiparse con un refrigerador de aire comprimido refrigerado por agua. De este modo, es fácil mantener la temperatura diferencial ΔT en aprox. 5 K en cualquier circunstancia.



Lubricación óptima

El nuevo sistema de filtración continua de aceite con bomba y filtro de los boosters N 252 G hasta N 1401 G permite alargar los intervalos de cambio del aceite hasta 2000 horas de servicio.



Seguridad máxima

En los modelos N 252 G hasta N 1401 G se vigilan constantemente la presión del aceite, la temperatura de las culatas y la de salida del aire comprimido. Si se produce una señal de avería, la cadena de seguridad detendrá la unidad.



Eficaces refrigeradores de aire

El robusto refrigerador de tubos de las unidades de dos cilindros funciona de modo eficaz, necesita poco mantenimiento y garantiza temperaturas de salida muy bajas.



Dispositivo automático de tensado de correas

La presión homogénea ejercida por los resortes montados en el soporte basculante del motor reducen al mínimo la necesidad de mantenimiento en los boosters N 753 G hasta N 1401 G.



Tensado manual de correas

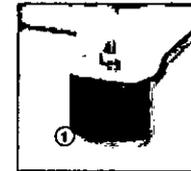
La tensión de las correas de los boosters de uno y dos cilindros puede ajustarse de modo rápido y sencillo para garantizar que la transmisión de la fuerza sea lo más homogénea posible.

La serie N marca un nuevo rasero



Motor de bajo consumo

"eff1" significa alto rendimiento, es decir, máxima economía en el servicio.



Aislamiento antivibraciones

Para reducir al mínimo las vibraciones, los boosters llevan robustos pies de goma ①,



o bien estos elementos de montaje ② que evitan las oscilaciones.

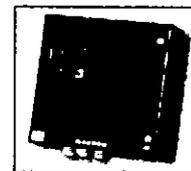


Poco mantenimiento = pocos costes

La fabricación precisa, los componentes de primera calidad y la lubricación por aceite a presión aseguran una necesidad mínima de mantenimiento.



Compresión de nitrógeno/helio
Los boosters de la serie N pueden modificarse y adaptarse para la compresión de nitrógeno y helio (por encargo).



Control de arranque

El "Start Control" (control de arranque) vigila y regula el booster de manera segura, reduciendo además la corriente de arranque.

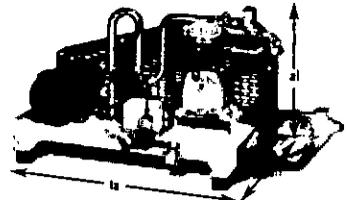
Datos técnicos

Modelo	Velocidad (km/h)	Consumo (l/h)	Consumo (l/ha)	Capacidad (l)	Peso (kg)	Altura (m)	Motor (CV)	Velocidad (km/h)	Consumo (l/h)	Consumo (l/ha)	Capacidad (l)	Peso (kg)	Altura (m)	Motor (CV)
N 60-G	5	25	0,28	60	2,2	0,36	1	1040	74	64	74	64	74	64
	7,5	35	0,39	60	2,2	0,51								
	10	35	0,52	60	2,2	0,66								
	13	35	0,69	60	2,2	0,84								
N 153-G	5	15	0,69	150	2,2	0,91	2	660	74	64	74	64	74	64
	5	25	0,46	150	4									
	7,5	15	1,08	150	2,2									
	7,5	35	0,68	150	4	1,28								
	10	15	1,40	150	2,2									
	10	40	0,93	150	4	1,66								
N 253-G	5	25	1,05	250	7,5	1,54	2	1120	76	66	76	66	76	66
	7,5	20	1,57	250	7,5									
	7,5	35	1,41	250	11	2,18								
	10	20	2,41	250	7,5									
	10	40	2,05	250	11	2,82								
	13	20	3,04	250	7,5									
N 351-G	5	25	1,55	350	11	2,19	2	910	77	67	77	67	77	67
	7,5	25	2,50	350	11									
	7,5	35	2,34	350	15	3,11								
	10	25	3,54	350	11									
	10	40	3,20	350	15	4,02								
	13	25	4,91	350	11									
N 502-G	5	25	2,02	500	15	2,94	2	970	78	68	78	68	78	68
	7,5	15	3,52	500	11									
	7,5	35	2,92	500	15	4,16								
	10	15	4,73	500	11									
	10	35	4,11	500	15	5,38								
	10	40	3,95	500	18,5									
N 753-G	5	25	4,73	1040	22	6,21	3	1300	80	70	80	70	80	70
	7,5	35	6,93	1040	30	8,80								
	10	45	7,65	880	30	9,64								
	13	45	9,76	830	30	11,60								
N 1100-G	5	25	6,82	1490	30	8,95	3	1300	81	71	81	71	81	71
	7,5	35	9,26	1310	37	11,11								
	10	45	9,63	1080	37	11,86								
	13	45	12,12	1000	37	13,97								
N 1400-G	7,5	30	10,5	1490	45	12,6	3	1300	82	72	82	72	82	72
	10	35	14,2	1490	45	16,4								
	10	45	11,7	1310	45	14,4								
	13	45	14,3	1180	45	16,5								
N 2001-G	5	10	12,1	2290	30	13,7	3	1100	85	75	85	75	85	75
	5	25	9	1910	37	11,5								
	7,5	20	13,4	1810	37	13,4								
	10	20	17,9	1810	37	19,9								

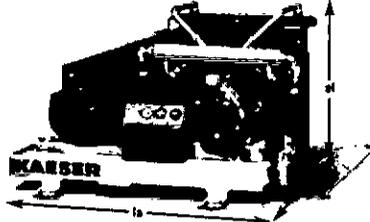
Modelo	Velocidad (km/h)	Consumo (l/h)	Consumo (l/ha)	Capacidad (l)	Peso (kg)	Altura (m)	Motor (CV)
N 60-G	5	25	0,28	60	2,2	0,36	1
	7,5	35	0,39	60	2,2	0,51	
N 153-G	5	15	0,69	150	2,2	0,91	2
	5	25	0,46	150	4		
	7,5	15	1,08	150	2,2		
	7,5	35	0,68	150	4	1,28	
	10	15	1,40	150	2,2		
	10	40	0,93	150	4	1,66	
N 253-G	5	25	1,05	250	7,5	1,54	2
	7,5	20	1,57	250	7,5		
	7,5	35	1,41	250	11	2,18	
	10	20	2,41	250	7,5		
	10	40	2,05	250	11	2,82	
	13	20	3,04	250	7,5		
N 351-G	5	25	1,55	350	11	2,19	2
	7,5	25	2,50	350	11		
	7,5	35	2,34	350	15	3,11	
	10	25	3,54	350	11		
	10	40	3,20	350	15	4,02	
	13	25	4,91	350	11		
N 502-G	5	25	2,02	500	15	2,94	2
	7,5	15	3,52	500	11		
	7,5	35	2,92	500	15	4,16	
	10	15	4,73	500	11		
	10	35	4,11	500	15	5,38	
	10	40	3,95	500	18,5		
N 753-G	5	25	4,73	1040	22	6,21	3
	7,5	35	6,93	1040	30	8,80	
	10	45	7,65	880	30	9,64	
	13	45	9,76	830	30	11,60	
N 1100-G	5	25	6,82	1490	30	8,95	3
	7,5	35	9,26	1310	37	11,11	
	10	45	9,63	1080	37	11,86	
	13	45	12,12	1000	37	13,97	
N 1400-G	7,5	30	10,5	1490	45	12,6	3
	10	35	14,2	1490	45	16,4	
	10	45	11,7	1310	45	14,4	
	13	45	14,3	1180	45	16,5	
N 2001-G	5	10	12,1	2290	30	13,7	3
	5	25	9	1910	37	11,5	
	7,5	20	13,4	1810	37	13,4	
	10	20	17,9	1810	37	19,9	

COMPRESORES

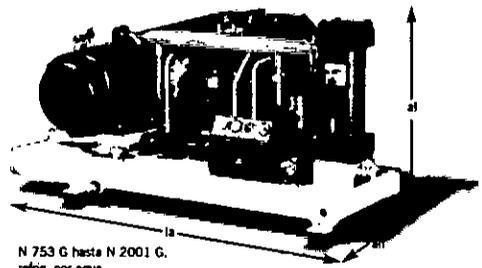
Medidas
Consulte largo (la), ancho (an) y altura (al) en la tabla anexa.



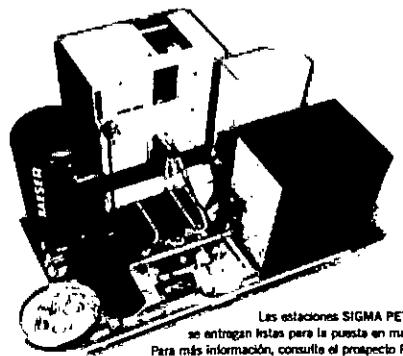
N 60 G hasta N 153 G, refrig. por aire



N 253 G hasta N 502 G, refrig. por aire



N 753 G hasta N 2001 G, refrig. por agua



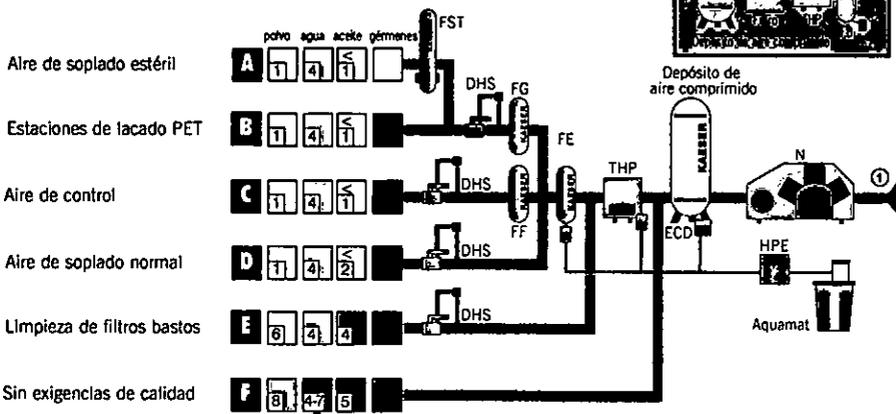
Las estaciones SIGMA PET AIR se entregan listas para la puesta en marcha. Para más información, consulte el prospecto P-200

de aire o opcional: — no previsto *) caudal efectivo, referido a condiciones de aspiración atmosférica - conexión eléctrica: unidad 400 V, 3 Ph, 50 Hz, válvulas solenoides 230 V, 1 Ph, 50 Hz, desde N 253-G de aire con regulación de marcha en vacío y control de nivel de aceite, opcional en N 60-G y N 153-G en conexión con el armario de distribución.

Sectores diferentes necesitan niveles de tratamiento distintos

Elija el grado de tratamiento que se ajuste a sus necesidades:

Tratamiento del aire comprimido con secador frigorífico (punto de rocío +3 °C)



- A** Contenido residual de vapor de aceites $\leq 0,003 \text{ mg/m}^3$, libre de partículas $> 0,01 \mu\text{m}$, estéril, inodoro e insípido
- B** Contenido residual de vapor de aceite $\leq 0,003 \text{ mg/m}^3$, libre de partículas $> 0,01 \mu\text{m}$
- C** Contenido residual de vapor de aceite $\leq 0,001 \text{ mg/m}^3$, libre de partículas $> 0,01 \mu\text{m}$
- D** Contenido residual de vapor de aceite $\leq 0,01 \text{ mg/m}^3$, libre de partículas $> 0,01 \mu\text{m}$
- E** Contenido residual de vapor de aceite $\leq 5 \text{ mg/m}^3$, libre de partículas $> 5 \mu\text{m}$
- F** Contenido residual de vapor de aceite $\leq 25 \text{ mg/m}^3$, sin tratamiento

Sustancias extrañas al aire comprimido:

- polvo -
- agua condensada -
- aceite -
- gérmenes -

- ① Alimentación de aire de la red de baja presión; calidad necesaria del aire a la entrada del booster, en caso contrario será necesario instalar un separador centrífugo o un separador de agua y prefiltros FC (eliminación de partículas $> 1 \mu\text{m}$, contenido residual de aceite $< 1 \text{ mg/m}^3$)
- ② Nivel de humedad según punto de rocío, red de baja presión y relación de presión del booster

Explicaciones:

- N** = Booster
- ECD** = ECO DRAIN
purgador electrónico de condensado regulado según el nivel
- THP** = Secador frigorífico de alta presión
- FE** = Microfiltro 0,01 ppm
para eliminar neblinas de aceite y partículas sólidas $> 0,01 \mu\text{m}$, aerosol $\leq 0,01 \text{ mg/m}^3$
- FF** = Microfiltro 0,001 ppm
para eliminar aerosoles de aceite y partículas sólidas $> 0,01 \mu\text{m}$, contenido residual de aceite $\leq 0,001 \text{ mg/m}^3$
- FG** = Filtro de carbón activo
para adsorción en la fase de vapor de aceite, contenido residual de vapor de aceite $\leq 0,003 \text{ mg/m}^3$
- DHS** = Sistemas de mantenimiento de la presión para una presión constante en la red, incluso en caso de avería
- HPE** = Cámara de descarga de alta presión
- Aquamat** = Sistema de tratamiento de condensados

Grados de filtración:

Grado de filtración	Tamaño más pequeño de partículas μm	Capacidad de retención de partículas (%)	Punto de rocío de agua en $^{\circ}\text{C}$	Contenido residual de aceite mg/m^3
0	Posible para aire extra-puro y salas blancas. Consulte a KAESER			
1	0,1	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
2	0,2	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
3	0,3	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
4	0,5	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
5	0,5	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
6	0,5	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
7	0,5	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
8	0,5	99,9	+3/0	$\leq 0,01$
9	0,5	99,9	+3/0	$\leq 0,01$

1 Carga de partículas acorde a ISO 8573-1:2001



KAESER COMPRESORES, S.L.

Pol. Ind. Malpica C/E - Parcela 70 - E-50016 Zaragoza - ESPAÑA
Teléfono: 976 46 51 45 - Fax: 976 46 51 51 - Teléfono 24 h: 607 19 06 28
www.kaeser.com - E-Mail: info.spain@kaeser.com

DESNATADOR

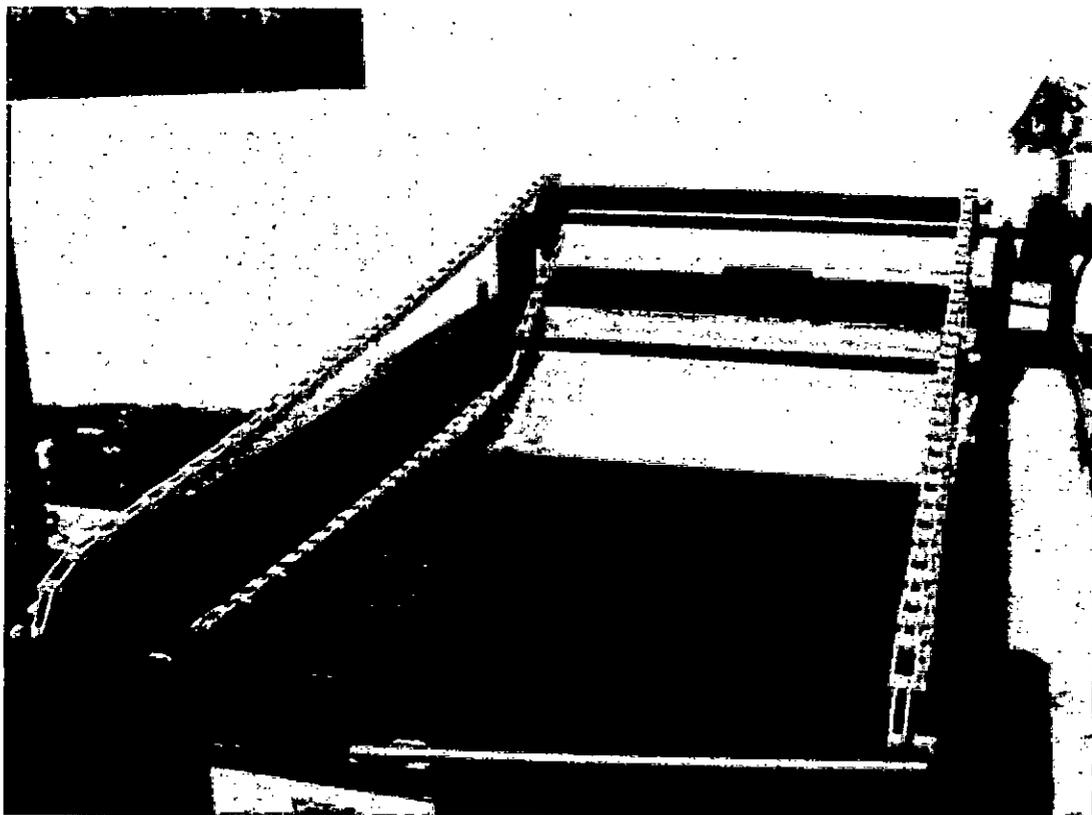
DESNATADOR O SEPARADOR DE GRASAS FLOTANTES

En depuración de aguas residuales urbanas, se emplean los concentradores separadores de grasas y flotantes o también llamados desnatadores, en la línea de agua recogiendo las grasas procedentes del puente desarenador y de la tolva de recogida de flotantes del decantador, enviando el residuo posteriormente a una tolva.

Con el desnatador se consigue la extracción de grasas, espumas y demás materias flotantes, mediante un conjunto de rasquetas superficiales dispuestas sobre un tren especial, accionadas por un grupo motorreductor. Estas rasquetas arrastran los flotantes hasta uno de los extremos del recinto de desengrase por donde son evacuados a la tolva de recogida.

Talleres HIDROMETALICA fabrica dos tipos de desnatadores:

- Desnatador para obra civil
- Concentrador de grasas monoblock



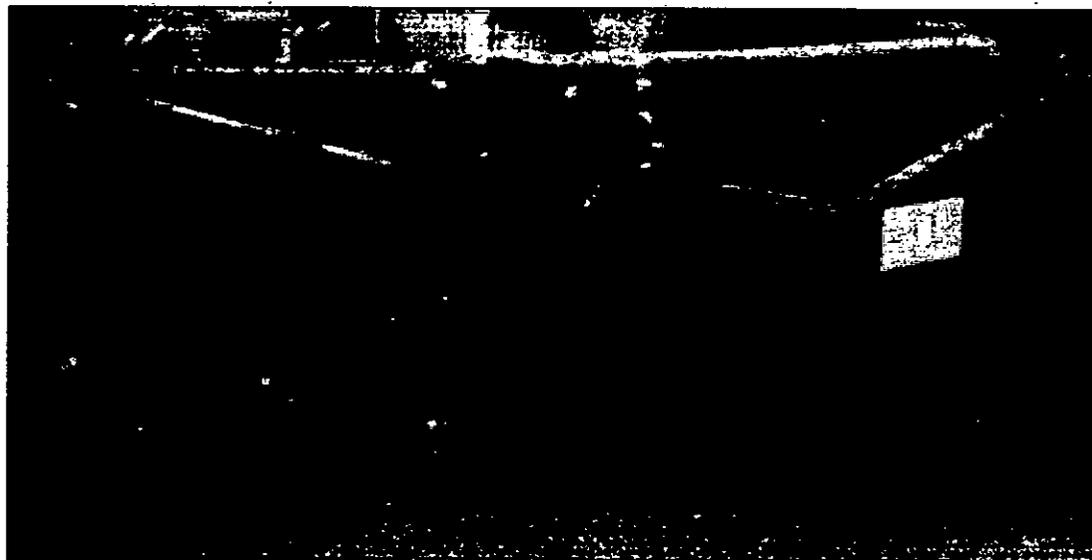
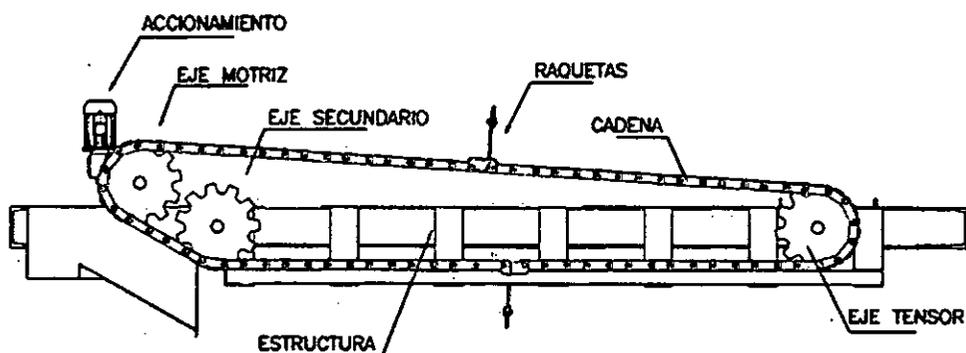
DESNATADOR

DISEÑO

SGF-SGFM

Los desnatadores para obra civil de HIDROMETALICA están construidos en su conjunto por los siguientes elementos:

- Mecanismo de arrastre
- Accionamiento
- Bastidor



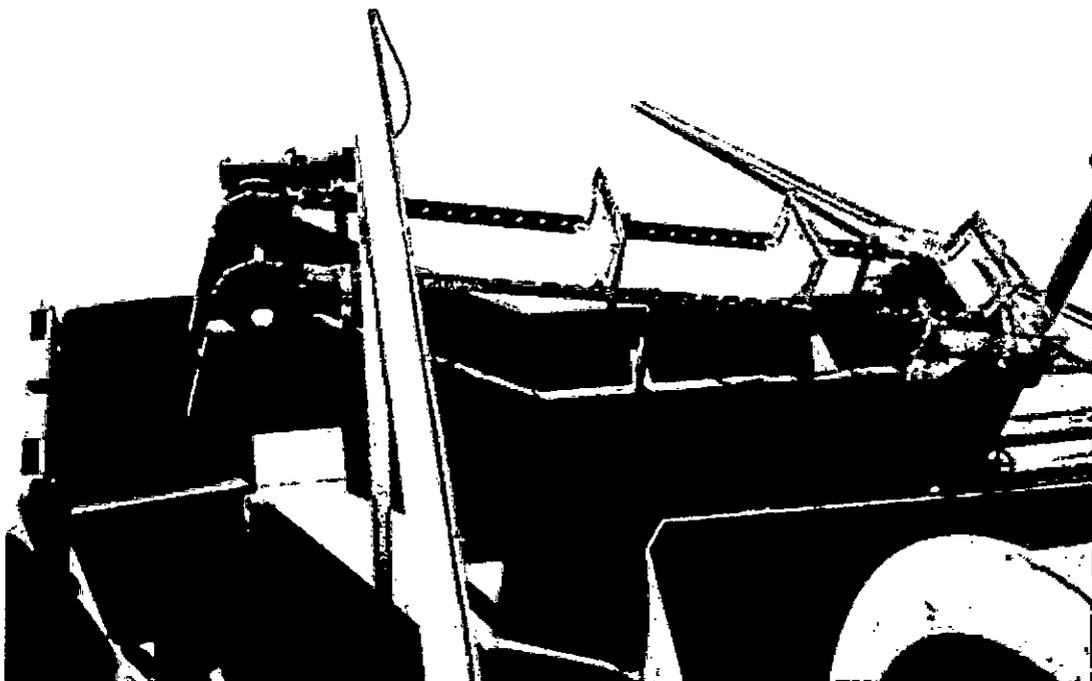
DESNTADOR

FUNCIONAMIENTO

El agua con grasas y flotantes procedente de los desarenadores y decantadores llega a la cuba de acumulación donde es tranquilizada, quedándose la grasa en la parte superior del flujo.

Esta grasa es barrida por un sistema de rasquetas que mediante juegos de piñones y cadenas genera un movimiento continuo que permite desplazar la grasa a un compartimento de salida a la arqueta de grasas.

El agua limpia de grasas y flotantes sale por la parte posterior del separador retornando de nuevo al proceso.



DESNATADOR

CONSTRUCCION

MECANISMO DE ARRASTRE

Formado por:

- Cadenas paralelas de arrastre
- Rasquetas

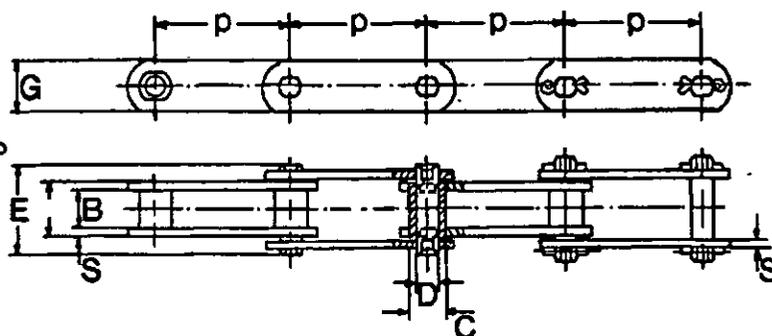
El conjunto lo componen dos cadenas de eslabones en acero tratado donde se fijan las rasquetas cada ciertos eslabones. Disponen las cadenas de tensores especiales para ajuste de la tensión en las mismas, mediante husillo tensor formado por varillas de acero roscadas al soporte deslizante mediante guías.

Las rasquetas están constituidas por estructura en acero A-42b y base para fijación inferior de lamina de nylon o neopreno fijada mediante tornillería de acero inoxidable AISI-304. Cada rasqueta se suelda a un angular de perfil laminado, que a su vez suelda en cada extremo a un eslabón especial de cada cadena, dejado a tal efecto.

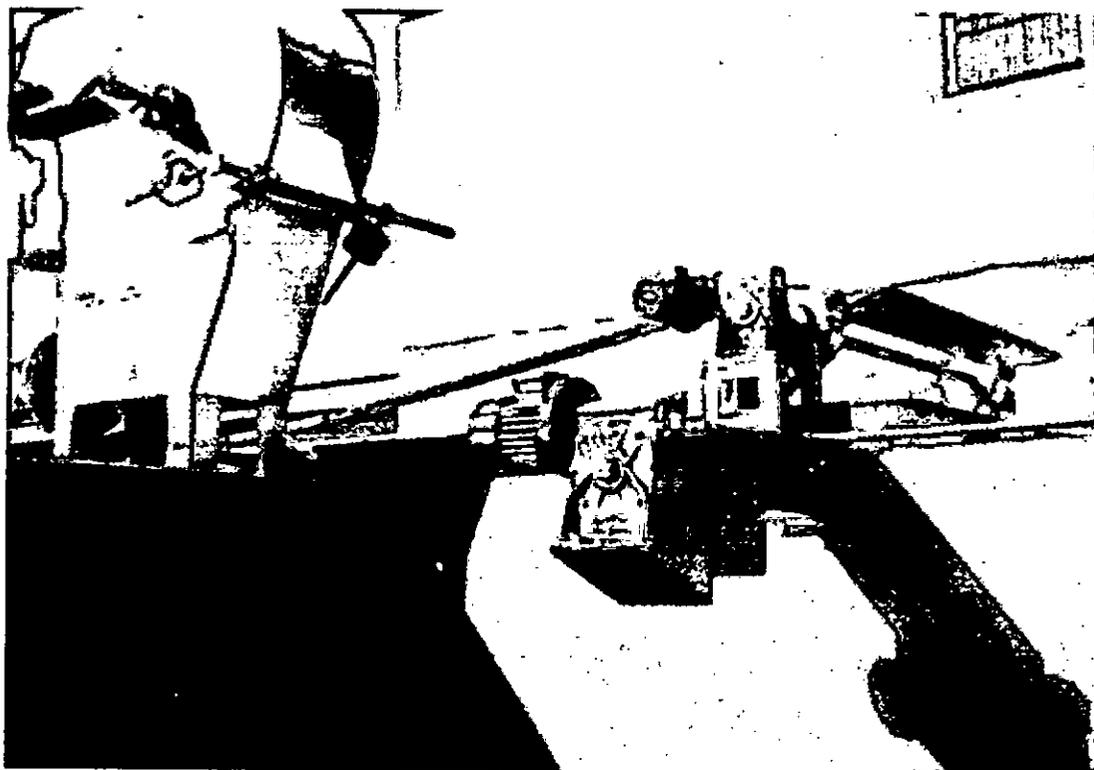
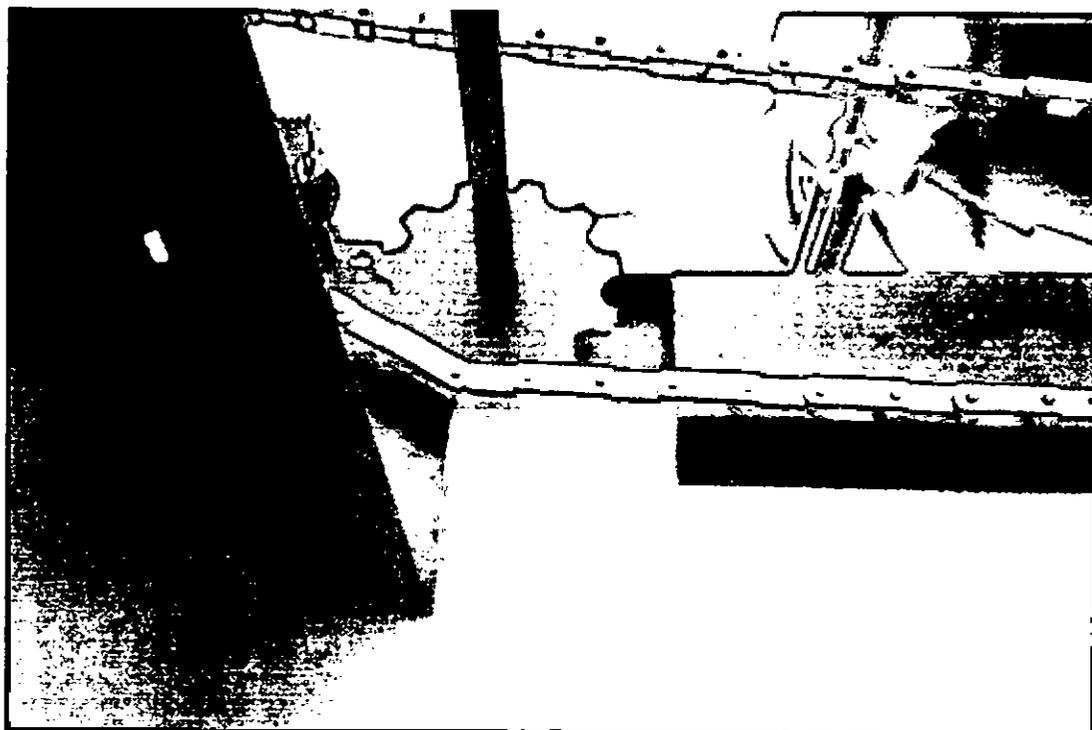
REF ^a	Paso mm	Ancho interior	Φ casquillo	Ancho malla	Grueso malla	Φ eje	Longitud eje	Carga rotura
M-56	63 80 100	24	15	30	4	10	46	5600
M-80	80 100 125	28	18	35	5	12	55	8000
M-112	80 100 125	32	21	40	6	15	64	11200
M-160	80 100 125	37	25	50	7	18	74	11600

P = peso
G = ancho de malla
S = grueso de malla
E = longitud eje
D = diámetro eje
C = diámetro casquillo
B = ancho interior

Cotas en MM



DESNATADOR



DESNATADOR

ACCIONAMIENTO

Está formada por:

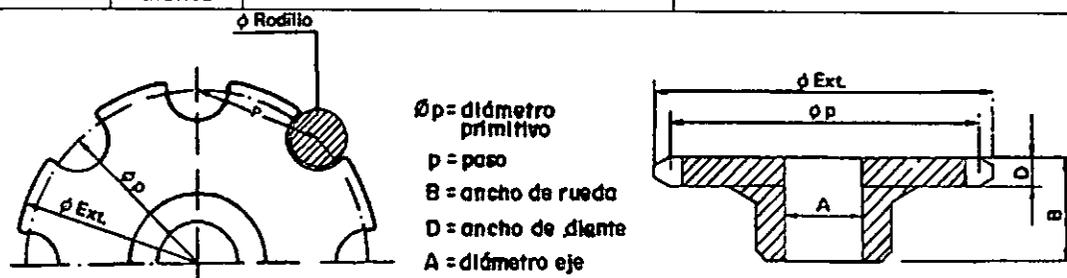
- Sistema de transmisión
- Motorreductor

El sistema de transmisión lo componen un eje motriz unido al motorreductor y dos ejes conducidos fabricados en acero F-114. Los ejes se apoyan en sus extremos (mediante rodamientos de bolas con soporte de pie) a la bancada. Asimismo disponen de sendas parejas de ruedas dentadas para engranar con las cadenas y transmitir el movimiento continuo a todo el conjunto. El motorreductor será de velocidad adecuada al tipo de grasa. 220/380 V. protección IP-55, 50 Hz.

PASO CADENA	mm	Nº DE DIENTES							
		6	8	10	12	6	8	10	12
63	Φ primitivo	126	164.6	203.9	243.4	126	164.6	203.9	243.4
	Φ eje	25	30	30	30	25	30	30	30
	Ancho rueda	45	50	50	5	19	55	55	55
	Ancho diente	15				19			
PASO CADENA	mm	Nº DE DIENTES							
		6	8	10	12	6	8	10	12
80	Φ primitivo	160	209.05	258.9	410.06	160	209.05	258.9	309.2
	Φ eje	30	30	35	35	30	35	35	40
	Ancho rueda	45	50	55	55	55	55	60	60
	Ancho diente	15				19			
PASO CADENA	mm	Nº DE DIENTES							
		6	8	10	12	6	8	10	12
100	Φ primitivo	200	261.31	323.61	386.37	200	261.31	323.61	387.37
	Φ eje	30	35	35	40	30	35	35	40
	Ancho rueda	50	55	55	60	55	60	60	60
	Ancho diente	15				19			

DESNATADOR

PASO CADENA	mm	Nº DE DIENTES							
		6	8	10	12	6	8	10	12
125	Φ primitivo	250	326.63	404.51	482.96	250	326.63	404.51	482.96
	Φ eje	35	35	40	40	35	40	40	40
	Ancho rueda	55	60	60	60	60	60	70	70
	Ancho diente	19				22			

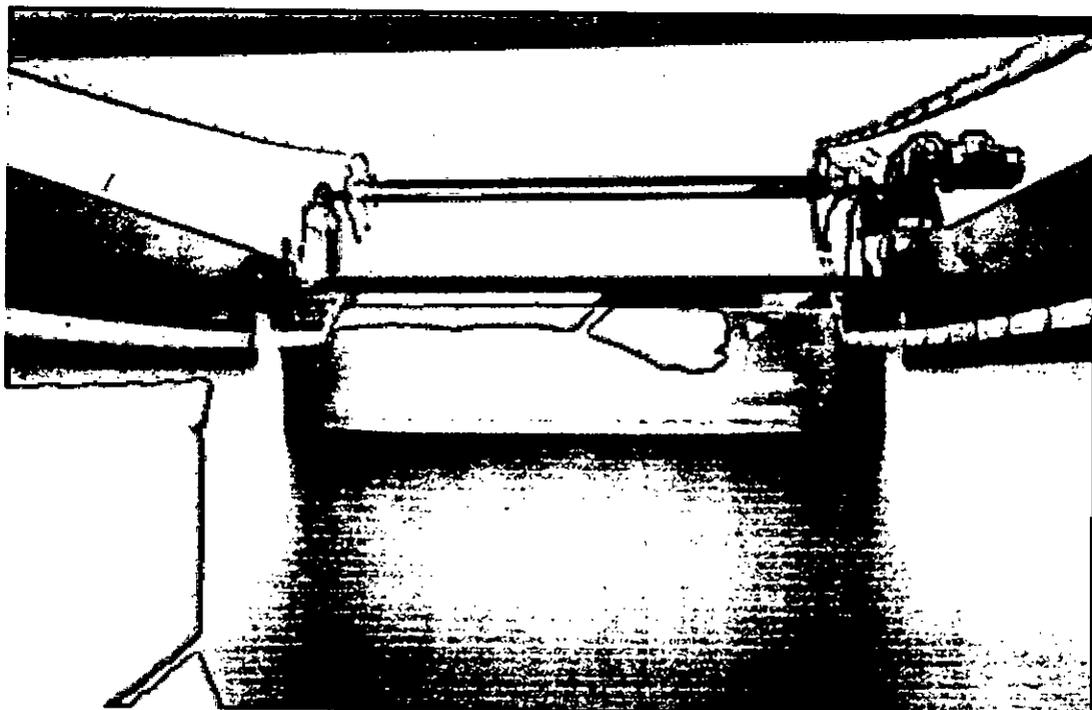
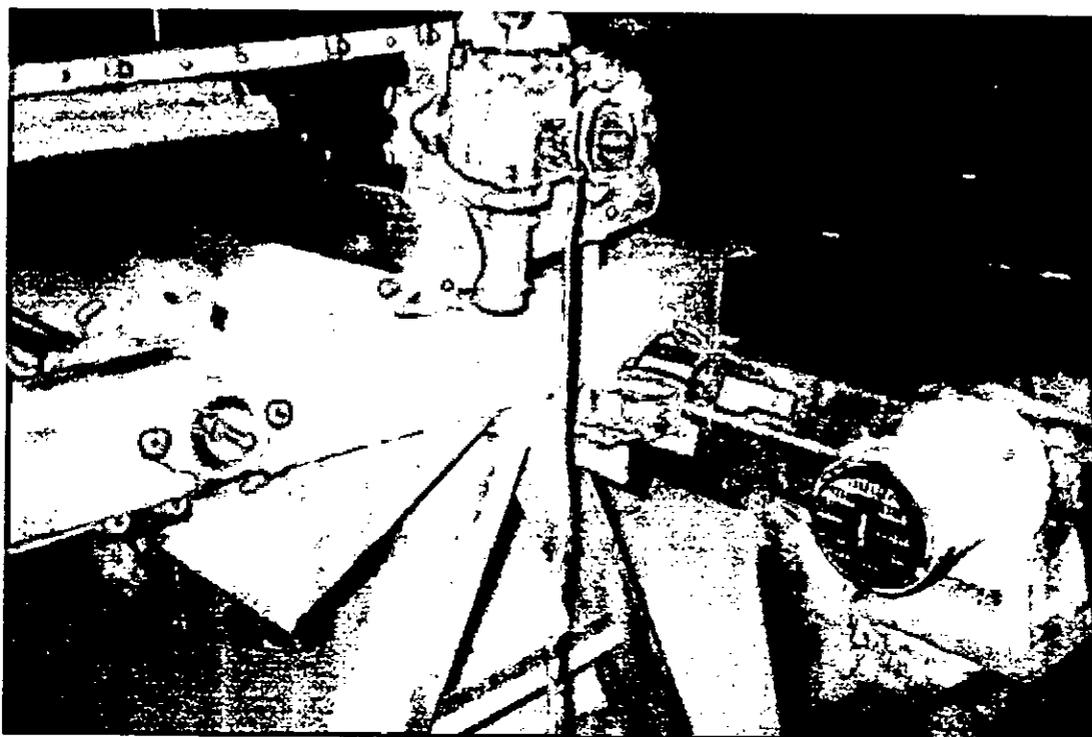


BASTIDOR

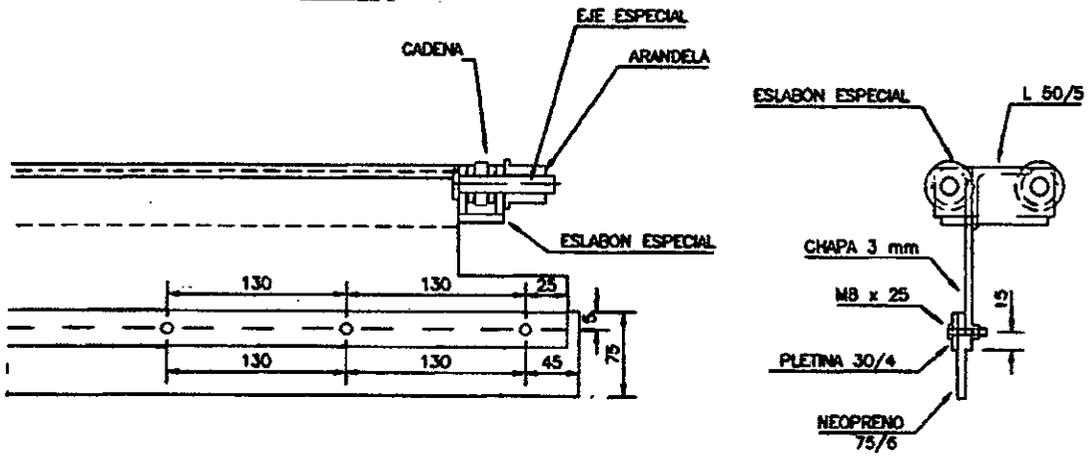
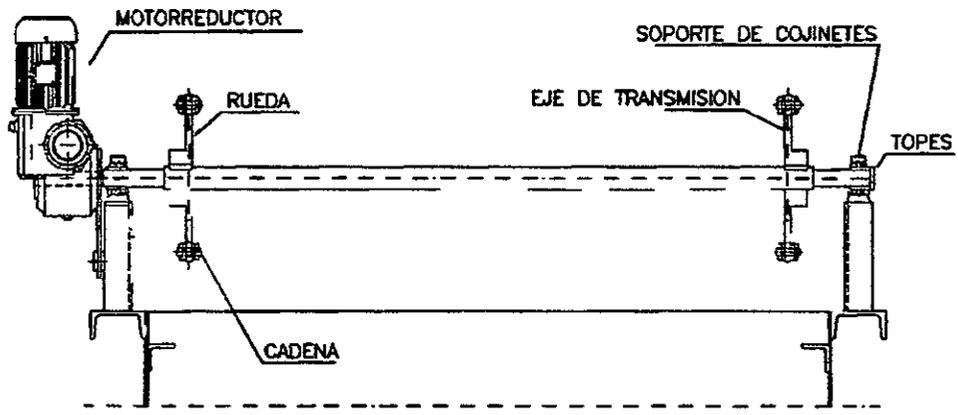
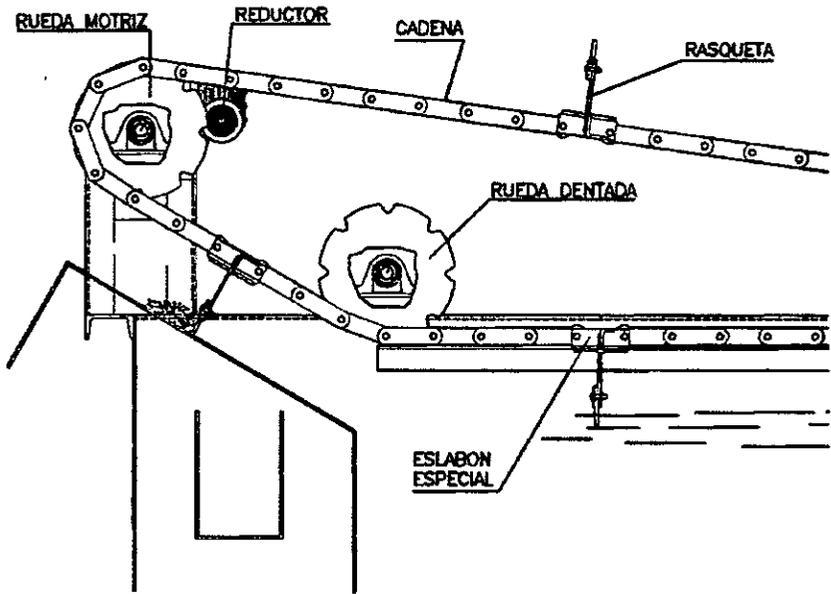
En los modelos compactos está compuesto por perfiles laminados y chapa de acero A-42b formando una cuba monoblock de fácil montaje. A dicha cuba se sueldan la chapa tranquilizadora, las tubuladuras de entrada y salida y las bancadas. En un extremo de la cuba se atornilla a unos angulares interiores la chapa perforada de desalajo de las grasas.



DESNATADOR



DESNATADOR



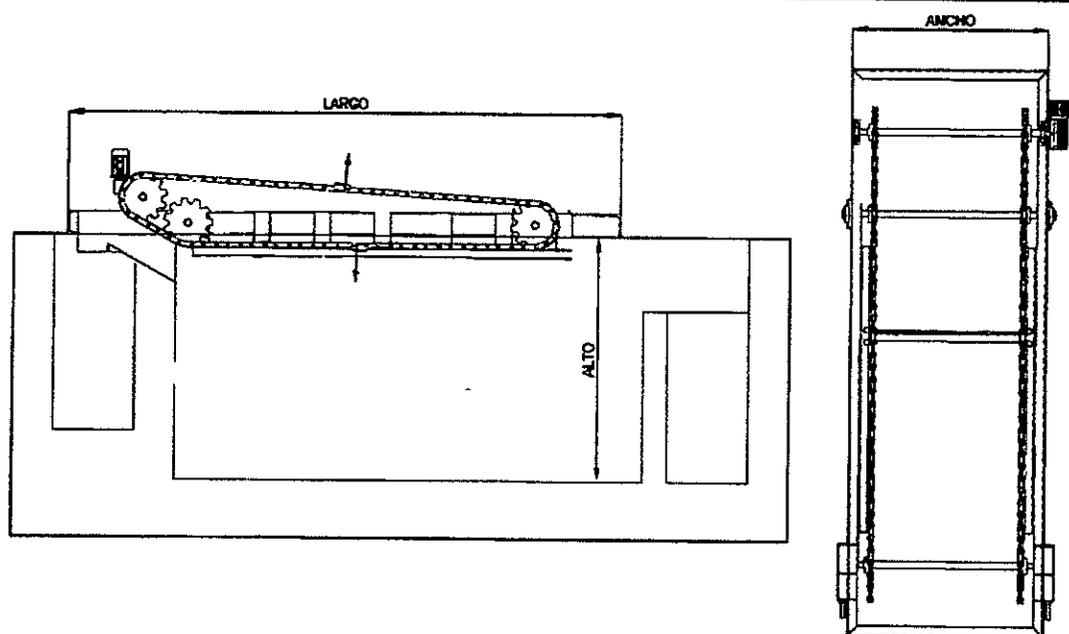
DESNATADOR

EQUPOS NORMALIZADOS (obra civil)

SGF

Talleres HIDROMETALICA fabrica de acuerdo con la normativa de la directriz de la Comunidad Europea "Maquinas 89/395/CEE", y con sus modificaciones y adiciones según las directivas 91/368 y 93/44, DESNATADORES caracterizados por:

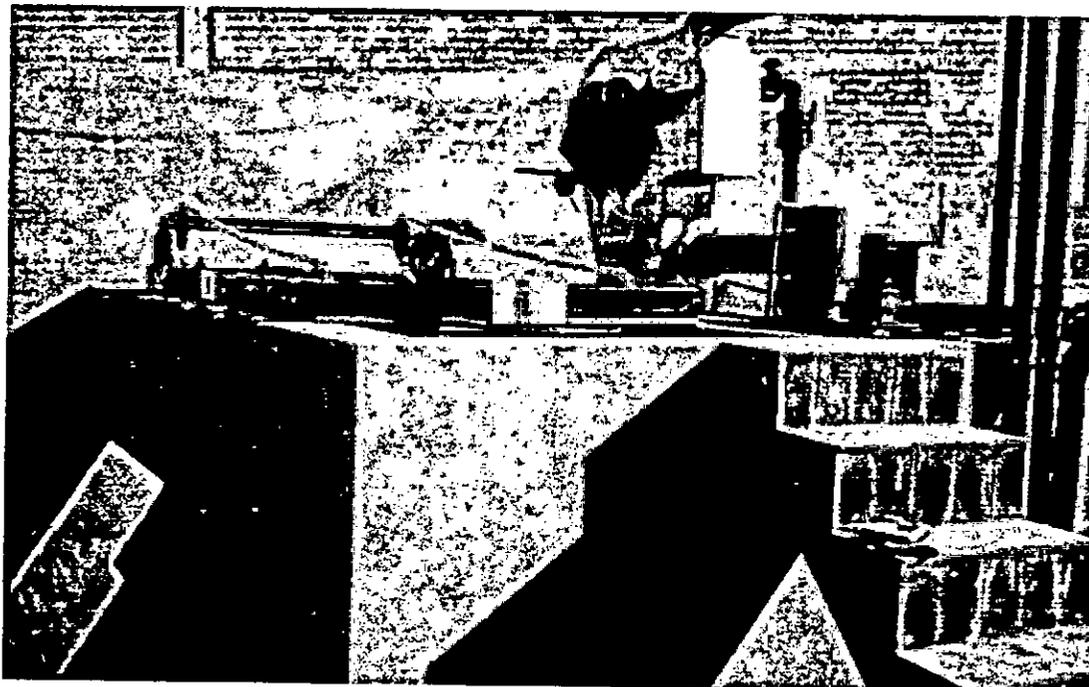
- ✓ Larga vida gracias a la disposición de todos los elementos móviles fuera del agua
- ✓ Sencillez de concepción en su funcionamiento
- ✓ Zona inferior de rasquetas en material flexible para una óptima evacuación por el rebosadero.



REF ^a	Largo mm	Ancho mm	Alto mm
SGF-10150	1500	1000	1500
SGF-10200	2000	1000	1500
SGF-15200	2000	1500	1500
SGF-15250	2500	1500	1700
SGF-15300	3000	1500	1700

DESNATADOR

REFª	Largo mm	Ancho mm	Alto mm
SGF-20250	2500	2000	1700
SGF-20300	3000	2000	1700
SGF-20400	4000	2000	1900
SGF-20500	5000	2000	1900
SGF-20600	6000	2000	1900
SGF-30400	4000	3000	1900
SGF-30500	5000	3000	2100
SGF-30600	6000	3000	2100



DESNATADOR

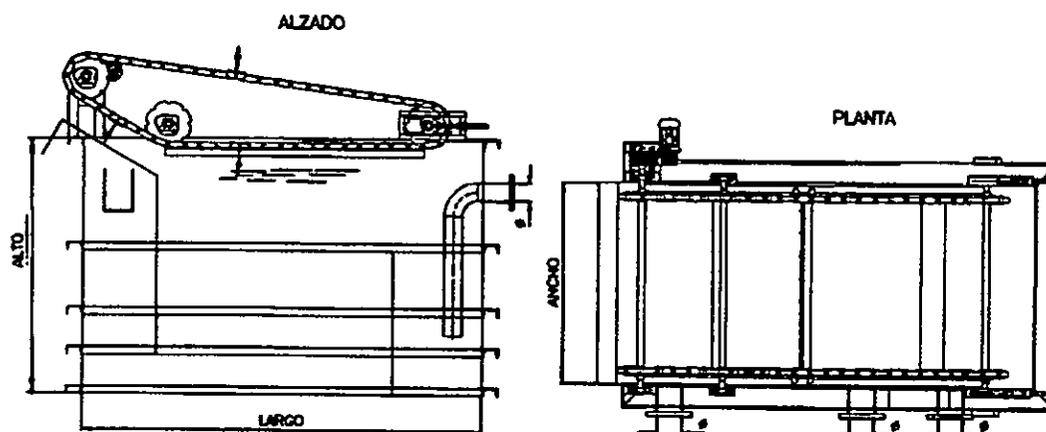
EQUIPOS NORMALIZADOS (monoblock)

SGFM

Talleres HIDROMETALICA fabrica de acuerdo con la normativa de la directriz de la Comunidad Europea "Maquinas 89/395/CEE", y con sus modificaciones y adiciones según las directivas 91/368 y 93/44, DESNATADORES COMPACTOS caracterizados por:

- ✓ Sistema monoblock totalmente operativo
- ✓ Montaje por simple descarga y conexión tuberías de entrada y salida
- ✓ Trabajo silencioso
- ✓ Dos operaciones unidas en un solo equipo
- ✓ Fiabilidad plena

REFª	Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Diámetro conexiones
SGFM-5515	5500	1500	1500	165
SGFM-7020	7000	2000	1500	165
SGFM-7024	7000	2400	1500	165
SGFM-9030	9000	3000	1800	200



DESNATADOR

TRATAMIENTOS

Tratamientos anticorrosivo:

Partes sumergidas:

- Chorro de arenas hasta grado Sa 2 ½", según norma sueca SIS 055900.
- Tres capas de brea epoxi de 125 micras cada una.

Partes no sumergidas:

- Chorreado
- Dos capas de imprimación al clorocaucho de 35 micras cada una
- Dos capas de acabado al clorocaucho de micras cada una

El modelo compacto puede suministrarse en Acero Inoxidable.

CONTROL Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento de un DESNATADOR consiste en:

CONTROL Y ENGRASE DEL GRUPO MOTORREDUCTOR

Observar en la placa del reductor, si es engrase perpetuo o por aceite.

Si el reductor es con lubricante perpetuo, no precisa ningún tipo de mantenimiento ya que la lubricación está asegurada, salvo daño puntual, para toda la vida del equipo.

Si el reductor es con lubricante por aceite, hay que llenar la caja del mismo hasta el nivel marcado, a través de un agujero de entrada con tapón hexagonal, taladrado para desvaporización. También dispone de un tapón sin desvaporizador para vaciado.

Vaciar inicialmente el lubricante a las 200 horas de trabajo, verter el nuevo hasta que haya arrastrado las impurezas del rodaje, posteriormente cambiar cada 5000 horas de trabajo o cada año. Mantener limpio el protector del ventilador y la carcasa para que la refrigeración sea la adecuada.

TEMPERATURA AMBIENTE	-12°C a 5°C	6°C a 40°C	Más de 40°C
TIPO DE ACEITE	SAE 30	SAE 40	SAE 90

DESNATADOR

CONTROL COJINETES DE LAS RODADURAS

Comprobar acústicamente para proceder al recambio cuando sea necesario

CONTROL DE LA RASQUETA DE EXTRACCION DE FLOTANTES

Comprobar que la rasqueta de extracción de flotantes no está desgastada.

CONTROL PERIODICO DEL ESTADO DE LAS CADENAS OBSERVANDO SU DEFECTO DE TENSADO.

EN LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DEBERA CUIDARSE ESPECIALMENTE, QUE LA MAQUINARIA ESTE DESCONECTADA Y BLOQUEADA PARA EVITAR ACCIDENTES.

CALIDAD DEL DESNATADOR

Los DESNATADORES fabricados por HIDROMETALICA poseen los correspondientes certificados de calidad, a disposición de cualquier cliente que los solicite.

La calidad queda asegurada en cuanto a:

- ✓ Motores y reductores. Según normas UNE.
- ✓ Homologación de soldadores y operarios de soldadura según ASME IX.
- ✓ Proceso de soldadura GMWA con metal de aportación ER 70S6 y proceso SMWA con metal de aporte E-6013.
- ✓ Aceros A-42b y F-114.
- ✓ Control de soldaduras mediante líquidos penetrantes.
- ✓ Aceros inoxidables. Normas AISI-304 y AISI-316.
- ✓ Nylon o neopreno en rastrillos.
- ✓ Piñones y cadenas. Según normas ISO.
- ✓ Tratamiento anticorrosivo.

TRES LÓBULOS ROOTS BLOWERS (TIPOS DE PRESIÓN)

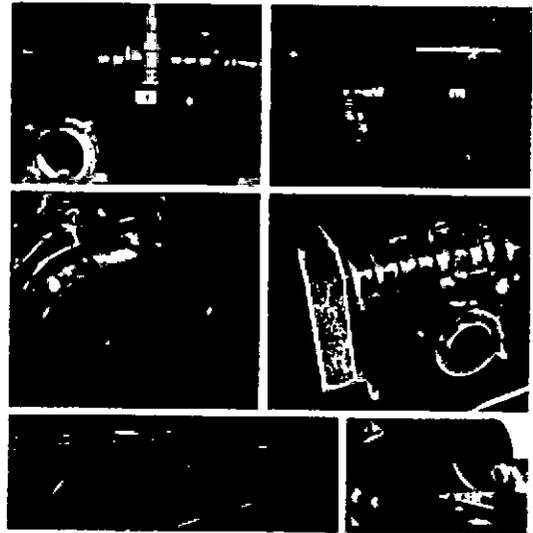
Enviar Consulta

Añadir a carrito

Serie De MRT

Raíces soplador de aire, soplador de tipo Roots, las raíces de la función del ventilador, sopladores industriales, sopladores aireación del agua, sopladores de desplazamiento positivo, pd soplador

Hay dos conjuntos de rotor en el compartimiento de aire del cuerpo de ventilador, y cuando operan en direcciones opuestas, aspirar el aire para equilibrar la presión creada por el cambio de volumen V en la entrada side and el aire del volumen V se se envió a través del lado de salida y la alta presión se creará a través de la boca de salida. Además, no hay necesidad de aplicar ninguna lubricación entre los dos rotores debido a la brecha existente entre ellos., Que da ninguna preocupación sobre la posibilidad de obtener ningún tipo de fricción. Se ejecuta bien en alta velocidad SND da air.It limpia también se puede utilizar en circunstancia de vacío.

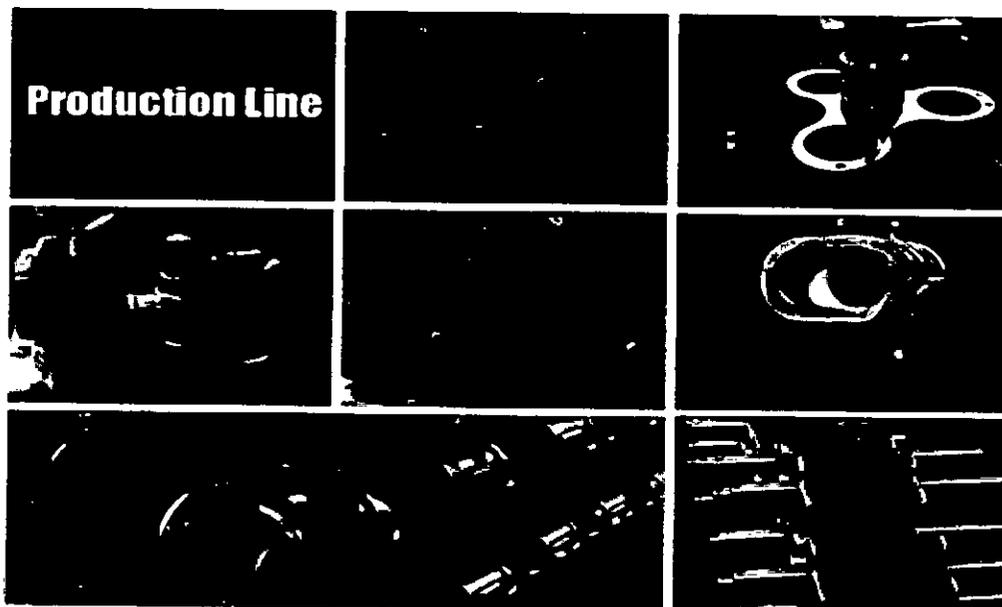


CARACTERISTICAS

- flujo de aire estable y menos variación de presión.
- No aire limpio con aceite húmedo.
- construcción simple y fácil mantenimiento.
- Los rodamientos están lubricados por el aceite húmedo.
- un ruido más bajo.
- Ya la vida del rodamiento.
- Menor consumo de energía.

- Amplia gama de volumen de aire, presión y vacío.

01. Diámetro: 40A ~ 400A (1,5" ~ 16")
02. Capacidad: 0,5 ~ 360 m³ / min
03. Presión: 0 ~ 8000 mmAq
04. Vacío: -5000 mmAq



ESPECIFICACIÓN DEL EMBALAJE

MRT TIPO rendimiento Tabla (Tipos de presión)

TIPO	RPM	Qs (m3 / min)						PRESIÓN (mmAq)						La (kW)					
		1000		2000		3000		4000		5000		6000		7000		8000			
		Qs	La	Qs	La	Qs	La	Qs	La	Qs	La	Qs	La	Qs	La	Qs	La		
MRT-040	1650	0.60	0.19	0.57	0.37	0.54	0.53	0.51	0.67	0.49	0.81	0.48	0.94						
	1800	0.68	0.21	0.64	0.40	0.61	0.57	0.59	0.74	0.57	0.88	0.55	1.02						
	1950	0.75	0.23	0.71	0.43	0.69	0.62	0.66	0.80	0.64	0.96	0.62	1.11						
	2100	0.83	0.24	0.79	0.47	0.76	0.67	0.74	0.86	0.71	1.03	0.70	1.19						
	2250	0.90	0.26	0.86	0.50	0.84	0.72	0.81	0.92	0.79	1.11	0.77	1.28						
	2400	0.97	0.28	0.94	0.53	0.91	0.77	0.88	0.98	0.86	1.18	0.85	1.36						
	2550	1.05	0.30	1.01	0.57	0.98	0.81	0.96	1.04	0.94	1.25	0.92	1.45						
MRT-050	850	0.99	0.41	0.79	0.80	0.64	1.16	0.50	1.51	0.38	1.84	0.29	2.15	0.21	2.45	0.15	2.74		
	1000	1.31	0.48	1.11	0.94	0.96	1.37	0.82	1.77	0.70	2.16	0.61	2.53	0.53	2.88	0.47	3.22		
	1150	1.63	0.56	1.44	1.08	1.28	1.57	1.15	2.04	1.02	2.49	0.93	2.91	0.86	3.32	0.79	3.71		
	1300	1.95	0.63	1.76	1.22	1.61	1.78	1.47	2.31	1.34	2.81	1.25	3.29	1.18	3.75	1.12	4.19		
	1450	2.27	0.70	2.08	1.36	1.93	1.98	1.79	2.57	1.67	3.13	1.58	3.67	1.50	4.18	1.44	4.67		
	1600	2.60	0.77	2.40	1.50	2.25	2.19	2.11	2.84	1.99	3.46	1.90	4.05	1.82	4.61	1.76	5.16		
	1750	2.92	0.85	2.72	1.64	2.57	2.39	2.43	3.11	2.31	3.78	2.22	4.43	2.14	5.05	2.08	5.64		

MRT-065	850	2.07	0.62	1.89	1.21	1.71	1.76	1.55	2.29	1.41	2.78	1.29	3.26	1.19	3.71	1.09	4.15
	1000	2.58	0.73	2.41	1.42	2.22	2.07	2.07	2.69	1.93	3.27	1.81	3.83	1.71	4.37	1.60	4.88
	1150	3.10	0.84	2.93	1.64	2.74	2.38	2.58	3.09	2.45	3.77	2.33	4.41	2.22	5.03	2.12	5.62
	1300	3.62	0.95	3.45	1.85	3.26	2.69	3.10	3.50	2.96	4.26	2.84	4.99	2.74	5.68	2.64	6.35
	1450	4.13	1.06	3.96	2.06	3.77	3.01	3.62	3.90	3.48	4.75	3.36	5.56	3.26	6.34	3.15	7.08
	1600	4.65	1.17	4.48	2.28	4.29	3.32	4.13	4.30	4.00	5.24	3.88	6.14	3.77	6.99	3.67	7.81
	1750	5.17	1.28	5.00	2.49	4.81	3.63	4.65	4.71	4.51	5.73	4.39	6.71	4.29	7.65	4.19	8.55
MRT-080	850	3.24	1.12	2.87	2.14	2.54	3.08	2.23	3.94	1.95	4.73	1.70	5.47	1.48	6.15	1.28	6.79
	1000	4.14	1.32	3.77	2.52	3.44	3.62	3.13	4.63	2.85	5.57	2.60	6.44	2.38	7.24	2.18	7.99
	1150	5.04	1.51	4.67	2.90	4.34	4.16	4.03	5.33	3.75	6.40	3.50	7.40	3.28	8.33	3.08	9.19
	1300	5.94	1.71	5.57	3.27	5.24	4.71	4.93	6.02	4.65	7.24	4.40	8.37	4.18	9.41	3.98	10.39
	1450	6.84	1.91	6.47	3.65	6.14	5.25	5.83	6.72	5.55	8.07	5.30	9.33	5.08	10.50	4.88	11.58
	1600	7.74	2.11	7.37	4.03	7.04	5.79	6.73	7.41	6.45	8.91	6.20	10.30	5.98	11.58	5.78	12.78
	1750	8.64	2.30	8.27	4.41	7.94	6.33	7.63	8.11	7.35	9.75	7.10	11.26	6.88	12.67	6.68	13.98
MRT-100	850	5.80	1.57	5.19	3.00	4.65	4.31	4.16	5.51	3.74	6.63	3.36	7.66	3.03	8.62	2.74	9.51
	1000	7.06	1.84	6.45	3.53	5.91	5.07	5.42	6.49	5.00	7.80	4.62	9.01	4.29	10.14	4.00	11.19
	1150	8.32	2.12	7.71	4.05	7.17	5.83	6.68	7.46	6.26	8.97	5.88	10.36	5.55	11.66	5.26	12.86
	1300	9.58	2.40	8.97	4.58	8.43	6.59	7.94	8.43	7.52	10.14	7.14	11.71	6.81	13.18	6.52	14.54
	1450	10.84	2.67	10.23	5.11	9.69	7.35	9.20	9.41	8.78	11.31	8.40	13.06	8.07	14.70	7.78	16.22
	1600	12.10	2.95	11.49	5.64	10.95	8.11	10.46	10.38	10.04	12.47	9.66	14.42	9.33	16.22	9.04	17.90
	1750	13.36	3.23	12.75	6.17	12.21	8.87	11.72	11.35	11.30	13.64	10.92	15.77	10.59	17.74	10.30	19.57

MRT-125S	750	8.13	2.05	7.43	3.91	6.80	5.62	6.22	7.20	5.72	8.66	5.25	10.01	4.89	11.26	4.46	12.42
	900	10.02	2.46	9.32	4.70	8.69	6.75	8.11	8.64	7.61	10.39	7.14	12.01	6.72	13.51	6.35	14.91
	1050	11.91	2.86	11.21	5.48	10.58	7.87	10.00	10.08	9.50	12.12	9.03	14.01	8.61	15.76	8.24	17.39
	1200	13.80	3.27	13.10	6.26	12.47	9.00	11.89	11.52	11.39	13.85	10.92	16.01	10.50	18.01	10.13	19.88
	1350	15.69	3.68	14.99	7.04	14.36	10.12	13.78	12.96	13.28	15.58	12.81	18.01	12.39	20.27	12.02	22.36
	1500	17.58	4.09	16.88	7.83	16.25	11.25	15.67	14.40	15.17	17.31	14.70	20.01	14.28	22.52	13.91	24.85
	1650	19.47	4.50	18.77	8.61	18.14	12.37	17.56	15.84	17.06	19.04	16.59	22.01	16.17	24.77	15.80	27.33
MRT-125	750	10.29	2.59	9.42	4.96	8.62	7.13	7.88	9.12	7.25	10.97	6.66	12.67	6.11	14.26	5.65	15.74
	900	12.69	3.11	11.81	5.95	11.01	8.55	10.28	10.95	9.64	13.16	9.05	15.21	8.51	17.11	8.04	18.89
	1050	15.08	3.63	14.20	6.94	13.41	9.98	12.67	12.77	12.03	15.35	11.44	17.74	10.90	19.97	10.44	22.04
	1200	17.48	4.15	16.60	7.93	15.80	11.40	15.07	14.59	14.43	17.55	13.84	20.28	13.29	22.82	12.83	25.18
	1350	19.87	4.66	18.99	8.92	18.19	12.83	17.46	16.42	16.82	19.74	16.23	22.81	15.69	25.67	15.23	28.33
	1500	22.26	5.18	21.39	9.91	20.59	14.25	19.85	18.24	19.22	21.93	18.63	25.35	18.08	28.52	17.62	31.48
	1650	24.66	5.70	23.78	10.90	22.98	15.68	22.25	20.07	21.61	24.13	21.02	27.88	20.48	31.38	20.01	34.63
MRT-150	750	13.32	3.34	12.62	6.39	11.98	9.19	11.40	11.76	10.87	14.14	10.39	16.34	10.00	18.39	9.61	20.30
	900	16.40	4.01	15.70	7.67	15.06	11.03	14.49	14.11	13.95	16.97	13.48	19.61	13.09	22.07	12.70	24.36
	1050	19.49	4.68	18.79	8.95	18.15	12.86	17.58	16.47	17.04	19.80	16.57	22.88	16.18	25.75	15.78	28.41
	1200	22.58	5.35	21.88	10.23	21.24	14.70	20.66	18.82	20.13	22.62	19.65	26.15	19.26	29.42	18.87	32.47
	1350	25.66	6.02	24.96	11.50	24.33	16.54	23.75	21.17	23.21	25.45	22.74	29.42	22.35	33.10	21.96	36.53
	1500	28.75	6.68	28.05	12.78	27.41	18.38	26.84	23.52	26.30	28.28	25.83	32.69	25.44	36.78	25.05	40.59
	1650	31.84	7.35	31.14	14.06	30.50	20.21	29.92	25.88	29.39	31.11	28.91	35.96	28.52	40.46	28.13	44.65

MRT-200	600	17.01	4.84	15.95	9.27	15.04	13.32	14.21	17.06	13.53	20.51	12.93	23.71	12.40	26.68	11.98	29.45
	750	22.68	6.05	21.62	11.58	20.71	16.65	19.88	21.32	19.20	25.64	18.60	29.64	18.07	33.36	17.65	36.82
	900	28.35	7.27	27.29	13.90	26.38	19.98	25.55	25.59	24.87	30.77	24.27	35.57	23.74	40.03	23.32	44.18
	1050	34.02	8.48	32.96	16.22	32.05	23.32	31.22	29.85	30.54	35.89	29.94	41.49	29.41	46.70	28.99	51.55
	1200	39.69	9.69	38.63	18.53	37.72	26.65	36.89	34.12	36.21	41.02	35.61	47.42	35.08	53.37	34.66	58.91
	1350	45.36	10.90	44.30	20.85	43.39	29.98	42.56	38.38	41.88	46.15	41.28	53.35	40.75	60.04	40.33	66.27
	1500	51.03	12.11	49.97	23.17	49.06	33.31	48.23	42.65	47.55	51.28	46.95	59.28	46.42	66.71	46.00	73.64
MRT-200A	600	27.72	7.40	26.22	14.16	24.89	20.35	23.68	26.06	22.58	31.34	21.60	36.23	20.73	40.77	19.98	45.00
	750	36.38	9.25	34.88	17.70	33.55	25.44	32.34	32.58	31.24	39.17	30.26	45.28	29.39	50.96	28.64	56.25
	900	45.05	11.10	43.54	21.24	42.22	30.53	41.00	39.09	39.91	47.01	38.92	54.34	38.06	61.15	37.31	67.50
	1050	53.71	12.95	52.21	24.77	50.88	35.62	49.67	45.61	48.57	54.84	47.59	63.39	46.72	71.34	45.97	78.75
	1200	62.37	14.80	60.87	28.31	59.54	40.71	58.33	52.12	57.23	62.67	56.25	72.45	55.38	81.54	54.63	90.00
	1350	71.03	16.65	69.53	31.85	68.20	45.80	66.99	58.64	65.89	70.51	64.91	81.51	64.04	91.73	63.29	101.2
	1500	79.70	18.50	78.19	35.39	76.87	50.89	75.65	65.16	74.56	78.34	73.57	90.56	72.71	101.9	71.96	112.5
MRT-250	600	27.72	7.40	26.22	14.16	24.89	20.35	23.68	26.06	22.58	31.34	21.60	36.23	20.73	40.77	19.98	45.00
	750	36.38	9.25	34.88	17.70	33.55	25.44	32.34	32.58	31.24	39.17	30.26	45.28	29.39	50.96	28.64	56.25
	900	45.05	11.10	43.54	21.24	42.22	30.53	41.00	39.09	39.91	47.01	38.92	54.34	38.06	61.15	37.31	67.50
	1050	53.71	12.95	52.21	24.77	50.88	35.62	49.67	45.61	48.57	54.84	47.59	63.39	46.72	71.34	45.97	78.75
	1200	62.37	14.80	60.87	28.31	59.54	40.71	58.33	52.12	57.23	62.67	56.25	72.45	55.38	81.54	54.63	90.00
	1350	71.03	16.65	69.53	31.85	68.20	45.80	66.99	58.64	65.89	70.51	64.91	81.51	64.04	91.73	63.29	101.2
	1500	79.70	18.50	78.19	35.39	76.87	50.89	75.65	65.16	74.56	78.34	73.57	90.56	72.71	101.9	71.96	112.5

MRT-250A	600	39.45	10.36	37.54	18.02	35.93	25.92	34.56	33.71	33.33	41.48	32.19	49.20	31.19	56.8	30.35	64.3
	750	50.92	12.95	49.00	22.52	47.40	32.40	46.02	42.14	44.80	51.85	43.65	61.50	42.66	71.0	41.82	80.4
	900	62.38	15.53	60.47	27.03	58.87	38.88	57.49	50.57	56.27	62.22	55.12	73.80	54.13	85.2	53.29	96.5
	1050	73.85	18.12	71.94	31.53	70.33	45.36	68.96	58.99	67.73	72.59	66.59	86.10	65.59	99.4	64.75	112.6
	1200	85.32	20.71	83.41	36.04	81.80	51.84	80.43	67.42	79.20	82.96	78.06	98.39	77.06	113.6	76.22	128.7
	1350	96.79	23.30	94.87	40.54	93.27	58.32	91.89	75.85	90.67	93.33	89.52	110.7	88.53	127.8	87.69	144.7
	1500	108.3	25.89	106.3	45.05	104.74	64.80	103.4	84.28	102.1	103.7	101.0	123.0	100.0	142.0	99.16	160.8

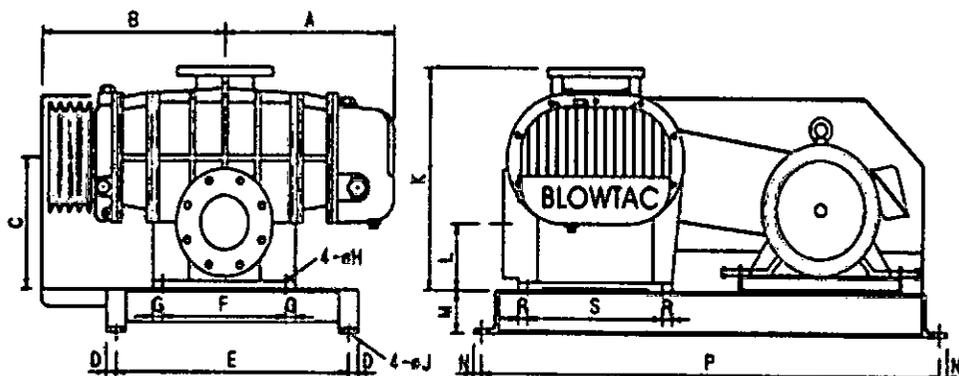
MRT-300	600	58.94	14.44	55.49	25.88	53.71	37.23	52.04	47.70	50.48	58.83	49.26	68.88	47.59	79.49	46.70	88.83
	750	75.62	18.06	72.17	32.35	70.39	46.54	68.72	59.63	67.16	73.53	65.94	86.10	64.27	99.36	63.38	111.0
	900	92.30	21.67	88.85	38.82	87.07	55.85	85.40	71.55	83.84	88.24	82.62	103.3	80.95	119.2	80.06	133.3
	1050	109.0	25.28	105.5	45.29	103.7	65.16	102.1	83.48	100.5	102.9	99.30	120.5	97.63	139.1	96.74	155.5
	1200	125.7	28.89	122.2	51.76	120.4	74.46	118.8	95.41	117.2	117.7	116.0	137.8	114.3	159.0	113.4	177.7
	1350	142.3	32.50	138.9	58.23	137.1	83.77	135.4	107.3	133.9	132.4	132.7	155.0	131.0	178.8	130.1	199.9
	1500	159.0	36.11	155.6	64.70	153.8	93.08	152.1	119.3	150.6	147.1	149.3	172.2	147.7	198.7	146.8	222.1

MRT-300A	600	88.3	21.07	85.0	37.30	82.3	53.64	80.0	71.4	78.1	87.0	76.1	103.1	74.5	119.0	72.5	136.5
	700	104.7	24.58	101.4	43.52	98.7	62.58	96.4	83.3	94.5	101.5	92.5	120.3	90.9	138.9	88.9	159.3
	800	121.1	28.10	117.8	49.74	115.1	71.52	112.8	95.2	110.9	116.0	108.9	137.5	107.3	158.7	105.3	182.1
	900	137.5	31.61	134.2	55.95	131.5	80.46	129.2	107.1	127.3	130.5	125.3	154.7	123.7	178.6	121.7	204.8
	1000	153.9	35.12	150.6	62.17	147.9	89.39	145.6	119.0	143.7	145.0	141.7	171.9	140.1	198.4	138.1	227.6
	1100	170.3	38.63	167.0	68.39	164.3	98.33	162.0	130.9	160.1	159.5	158.1	189.1	156.5	218.2	154.5	250.3
	1200	186.7	42.15	183.4	74.60	180.7	107.3	178.4	142.8	176.5	174.0	174.5	206.3	172.9	238.1	170.9	273.1

MRT-350	600	138.3	32.31	133.1	58.00	129.0	83.48	125.2	109.6	121.9	134.1	119.1	160.3	116.3	182.7	113.5	212.3
	700	163.8	37.70	158.6	67.67	154.5	97.39	150.7	127.9	147.4	156.4	144.6	187.1	141.8	213.2	139.0	247.7
	800	189.3	43.08	184.1	77.33	180.0	111.3	176.2	146.2	172.9	178.8	170.1	213.8	167.3	243.7	164.5	283.1
	900	214.8	48.47	209.6	87.00	205.5	125.2	201.7	164.5	198.4	201.1	195.6	240.5	192.8	274.1	190.0	318.5
	1000	240.3	53.85	235.1	96.67	231.0	139.1	227.2	182.7	223.9	223.4	221.1	267.2	218.3	304.6	215.5	353.9
	1100	265.8	59.24	260.6	106.3	256.5	153.0	252.7	201.0	249.4	245.8	246.6	294.0	243.8	335.0	241.0	389.2
	1200	291.3	64.62	286.1	116.0	282.0	167.0	278.2	219.3	274.9	268.1	272.1	320.7	269.3	365.5	266.5	424.6

MRT-400	600	236.3	53.28	230.3	95.65	225.5	137.7	221.3	180.8	217.6	221.1	214.1	264.4	211.3	301.4	208.8	350.1
	650	257.4	57.73	251.4	103.6	246.5	149.1	242.3	195.9	238.6	239.5	235.2	286.5	232.3	326.5	229.8	379.3
	700	278.4	62.17	272.4	111.6	267.5	160.6	263.3	210.9	259.6	257.9	256.2	308.5	253.4	351.6	250.8	408.5
	750	299.4	66.61	293.4	119.6	288.6	172.1	284.4	226.0	280.7	276.4	277.2	330.5	274.4	376.7	271.9	437.7
	800	320.4	71.05	314.4	127.5	309.6	183.6	305.4	241.1	301.7	294.8	298.2	352.6	295.4	401.8	292.9	466.8
	850	341.5	75.49	335.5	135.5	330.6	195.0	326.4	256.1	322.7	313.2	319.3	374.6	316.4	426.9	313.9	496.0
	900	362.5	79.93	356.5	143.5	351.6	206.5	347.4	271.2	343.7	331.6	340.3	396.7	337.5	452.0	335.0	525.2

外形尺寸圖 DIMENSIONS

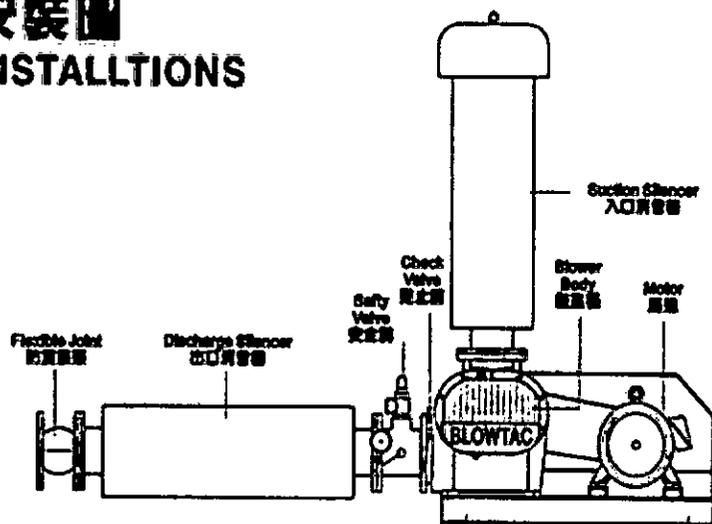


UNITS:mm

MODEL	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	Wt.kg
MRT-40	150	160	120	16	350	80	15	1.5	12	340	45	60	50	400	18	135	70
MRT-50	240	270	165	20	370	125	15	15	15	360	90	75	18	734	15	200	100
MRT-65	280	290	165	20	370	200	15	15	15	360	95	75	18	734	15	210	120
MRT-80	310	350	220	20	450	190	25	17	15	400	102	75	18	834	25	260	200
MRT-100	365	420	220	20	450	290	25	17	15	400	115	75	18	834	25	260	230
MRT-125	440	485	310	25	605	320	25	21	19	515	155	100	20	1190	25	350	450
MRT-150	495	540	310	25	605	425	25	21	19	515	155	100	20	1190	25	350	600
MRT-200	500	520	360	32.5	780	270	40	23	19	650	187	125	200	1100	40	550	810
MRT-250	620	620	430	32.5	780	460	40	23	19	720	225	125	200	1100	40	550	1100

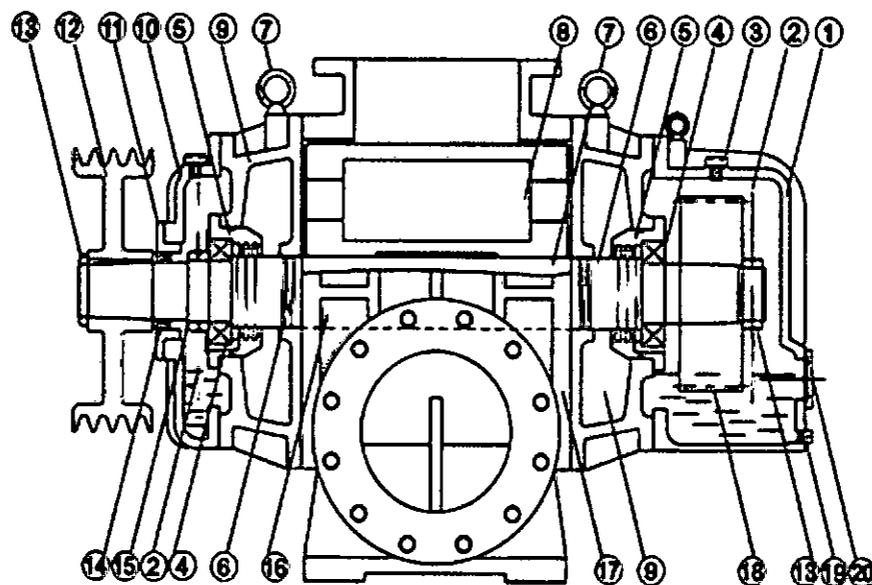
以上系列重量不含風扇
(Weight not including motor)

安裝圖 INSTALLTIONS

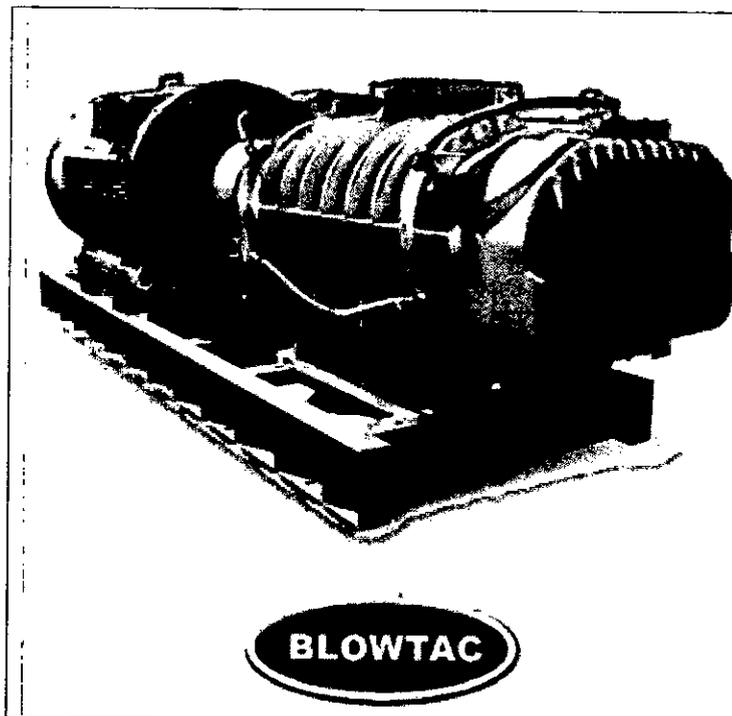
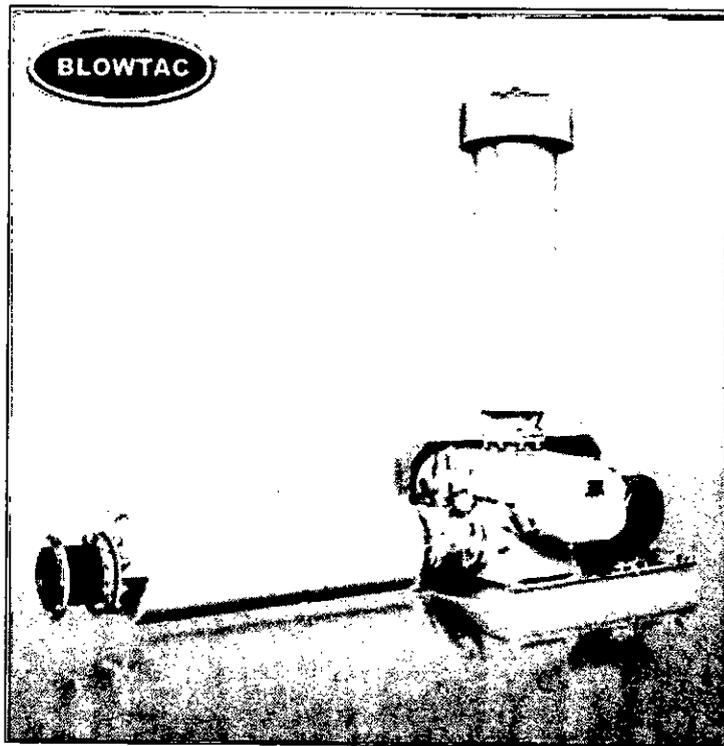


構造図 & 材質表

STRUCTURE & MATERIAL LIST



NO.	NAME		MATERIAL	NO.	NAME		MATERIAL
1.	Gear case	齒輪箱	FC25	11.	Seal case	油封座	FC25
2.	Oil splash	甩油片	SS41	12.	Pulley	皮帶輪	FC25
3.	Oil Plug	加油塞	S45C	13.	Nut	螺帽	SS41
4.	Bearing	軸承	SUJ2	14.	Seal	油封	NBR
5.	Bearing case	軸承座	FC25	15.	Nut	螺帽	SS41
6.	Labyrinth seal	軸封	SS41	16.	Shaft	主軸	SCM440
7.	Eye bolt	吊環	S45C	17.	Main casing	主殼	FC25
8.	Rotor	葉輪	FC25	18.	Spur gear	正齒輪	SNCM21
9.	Side Cover	側蓋	FC25	19.	Oil drain	洩油塞	S45C
10.	Oil case	油箱	FC25	20.	Oil gauge	油鏡	S45C



Datos del producto

Report Suspicious Activity

Datos Básicos

Lugar del origen:	China (Continental)	Marca:	YULONG	Número de Modelo:	YL-HDH 260
nombre del producto:	disco difusor de aire de bur...	diámetro:	8 ", 10 "	capacidad de aireación:	2.5m3/h
área de servicio:	0.6m2/pieza	tamaño del conector:	G3/8 number " conexi...	el peso total:	350g, 550g
burbuja de aire de tamaño:	1 ~ 3mm	tasa de utilización de oxígeno:	22% ~ 40%	Material:	EPDM, de PP reforzado
aplicación:	la aireación de trabajo para ...				

Paquete

Paquete: 25 unidades/cartón 550 g/unid

Especificaciones

nombre del producto

disco difusor de aire de burbuja fina, epdm o silicona membrana

el aireador se aplican ampliamente en las actuales tecnologías de tratamiento de aguas residuales. es el componente principal de piezas del sistema de tratamiento de aguas residuales y afecta directamente el buen funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como la calidad del efluente.

las imágenes del producto



características

- Alta eficiencia de Transmisión de Oxígeno (OTA)
- Buen efecto sobre el ahorro en el poder, y bajo costo de operación
- Excelente función de prevención de contraflujo
- Larga vida garantizada
- Instalación 5. Easy

especificaciones

MODELO	HDH-215	HDH-260
diámetro de membrana De Goma (mm)	215	260
Capacidad De aireación (m3/h)	0.5 ~ 5	1 ~ 8
Área de servicio (m2/piece)	0.2 ~ 0.6	0.3 ~ 0.8
Tasa de Utilización de oxígeno (%)	22 ~ 40	30 ~ 50
oxigenación Capacidad (kg O2/kw · h & #65289;	0.13 ~ 0.40	0.20 ~ 0.50
Eficiencia de Potencia teórica (kg O2/kw · h & #65289;	4.5 ~ 6.5	6.0 ~ 8.0
Pérdida de resistencia (Pa)	& #65308; 3000	& #65308; 3000
Burbuja de aire de Diámetro (mm)	1 ~ 3	1 ~ 3
tamaño del conector	G3/4 " conexión Roscada	
nota: Los datos anteriores es probado en 4 M de profundidad de agua clara.		

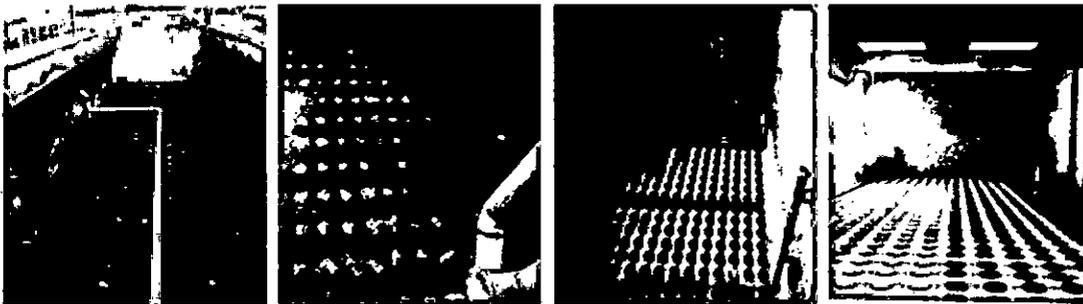
CONDICIONES de TRABAJO	
Temperatura Del Aire ambiente (8451)	(-30.0 ~ 45.0 & #8451;); (max: 90 ~ 100 & #8451;)
póngase en contacto con la temperatura del fluido (8451)	4 ~ 50 & #8451;
pH	4 ~ 9
Max. Profundidad De Trabajo (m)	10
durabilidad	24 h/día Corriendo Sin Parar o SBR proceso está bien

PRINCIPALES PARTES DEL ESPACIO MATERIAL	
Membrana de goma	EPDM
conectores	EPDM
Anillo de apriete	de PP reforzado
Placa de soporte	de PP reforzado
Reflex Válvula	de PP reforzado + EPDM
Tubo de aire	ABS/PVC
Tubería Principal de Distribución De	ABS/PVC
Instalación de tuberías	ABS/PVC
cierre de Tubería Principal	304 de Acero Inoxidable

aplicaciones

1. La Aireación para SBR, MBBR reacción cuenca, póngase en contacto con laguna de oxidación, y tanque de aireación de lodos activados en planta de eliminación de aguas residuales;
2. la Aireación de desnitrificación/defosforación aeróbico procesos;
3. La Aireación para excrementos y animal planta de tratamiento de aguas residuales;
4. tanque de aireación Aireación de profumdá;
5. tanque de aireación Aireación para alta concentración de aguas residuales, y estanque de aireación para regular de planta de tratamiento de aguas residuales;
6. la Aireación del estanque de peces y otras aplicaciones.

casos de proyectos



embalaje y Entrega

embalaje	25 unidades por caja
tamaño del cartón	60*40*30 cm
peso bruto	14.2 KG
los términos Payment	FOB, CIF, CFR, DDP, DDU, TLC, etc.
puerto	Shanghai, Ningbo
el tiempo de entrega	dentro de 5 días laborables después del pago recibido

almacén y Entrega

