REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Fiscas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Mecatrónica

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE CONDENSADOS SECUNDARIOS PARA LA ALIMENTACIÓN A LAS CALDERAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO.

Tesis presentada por el Bachiller:

Garibaldi Bravo, Rolf Augusto.

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:

Mag. Sierra Vásquez, Julio Raúl

Arequipa – Perú.

2024

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 05 de Abril del 2023

Dictamen: 003641-C-EPIMMEM-2023

Visto el borrador del expediente 003641, presentado por:

2007200181 - GARIBALDI BRAVO ROLF AUGUSTO

Titulado:

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE CONDENSADOS SECUNDARIOS PARA LA ALIMENTACION A LAS CALDERAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACION DE HARINA DE PESCADO.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

29387211 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO DICTAMINADOR

30857994 - GORDILLO ANDIA CARLOS ALBERTO DICTAMINADOR

29529560 - CACERES NUÑEZ AUGUSTO EMILIO CARLOS DICTAMINADOR

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE CONDENSADOS SECUNDARIOS PARA LA ALIMENTACIÓN A LAS CALDERAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE HARINA DE PESCADO.

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	4%
2	www.zaragoza.unam.mx Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	edoc.pub Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

A mis padres Aurelio Garibaldi y Yudi Bravo, a mis hermanos Hans y Rosario y a Susan Macedo que siempre me han impulsado y apoyado en la realización de mi tesis y a mis profesores por el conocimiento recibido a lo largo de mi carrera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen por darme la fuerza para seguir adelante, a mis padres Aurelio y Yudit por darme la disciplina para afrontar los retos que nos plantea la vida, a mis dos hermanos Hans y Rosario por su apoyo indubitable en los proyectos emprendidos, a mis dos grandes amigos Arturo y Kevin por su incondicional presencia en mi vida, a Susan por siempre motivarme para seguir adelante

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

El avance de la Industria en el mundo, además de generar un crecimiento económico en los países, también generó la emisión de efluentes vertidos a la atmósfera, suelo, rio, laguna, mar. Esto originó la innovación de nueva tecnología para su tratamiento de los efluentes en la Industria.

La Industria Pesquera en el Perú, durante la fabricación de harina de pescado en las diferentes operaciones unitarias genera efluentes. Actualmente son tratados con la implementación de nueva tecnología. Sin embargo, se observó que los condensados secundarios (efluente) producidos en la Planta evaporadora, son vertidos directamente al mar, sin previo tratamiento. Es por ello por lo que la presente investigación desarrolla una propuesta para el diseño de una planta de tratamiento de condensados secundarios, para la alimentación a las calderas en el proceso productivo de fabricación de harina de pescado, de tal manera que se va a contribuir con la preservación del ecosistema y al mismo tiempo hacer más rentable y competitiva a la Empresa Pesquera.

Se tomó en cuenta la situación actual de las Plantas Pesqueras instaladas en la Región Arequipa. Así mismo, se consideró para su desarrollo la parte metodológica que describe el problema, y nombra los objetivos de la investigación, de tal manera que se plantea una solución teniendo como base el marco teórico.

Se realizaron las conclusiones y recomendaciones para la propuesta de la *Implementación de la Planta de Tratamiento de condensados secundarios* en cada Planta Pesquera de la región Arequipa.

Palabras claves: Balance de materia, diagrama de flujo, condensados, costos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The advancement of the Industry in the world in addition to generating economic growth in the countries, also generated the emission of effluents discharged to the atmosphere, soil, river, lagoon, sea. This led to the innovation of new technology for the treatment of effluents in the Industry.

The Fishing Industry in Peru, during the manufacture of fishmeal in the different unit operations generates effluents. Currently they are treated with the implementation of new technology. However, it was observed that the secondary condensates (effluent) produced in the evaporating plant, they are dumped directly into the sea, without prior treatment.

That is why this research developed a proposal for the design of a secondary condensate treatment plant, for feeding the boilers in the production process of fishmeal manufacturing, in such a way that it will contribute to the preservation of the ecosystem and at the same time make the Fishing Company more profitable and competitive.

Likewise, the methodological part that describes the problem was considered for its development, and names the objectives of the research, in such a way that a solution is proposed based on the theoretical framework.

The conclusions and recommendations were made for the proposal of the *Implementation of the Secondary Condensate Treatment Plant* in each Fishing Plant in the Arequipa region.

Keywords: Material balance, flow diagram, condensates, costs.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO iv

RESUMEN v

ABSTRACT vi

ÍNDICE vii

ÍNDICE DE FIGURAS xiv

ÍNDICE DE TABLAS xviii

INTRODUCCIÓN 21

CAPITULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO 22

1.1. Delimitaciones y definición del problema. 22

1.1.1. Delimitación. 22

1.1.2. Definición del problema. 22

1.2. Objetivos de la investigación. 23

1.2.1. Objetivo general. 23

1.2.2. Objetivos específicos. 23

1.3. Viabilidad de la investigación. 23

1.4. Justificación e importancia de la investigación. 24

1.4.1. Justificación. 24

1.5. Limitación y metodología de la investigación. 25

1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de información. 26

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.6.1. Técnicas. 26

1.6.2. Instrumentos..... 26

1.7. Cobertura de estudio. 26

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO. 28

2.1. Definición de harina de pescado. 28

2.2 Proceso de harina de pescado..... 32

2.2.1. Proceso artesanal de la harina de pescado 32

2.2.2. Proceso productivo industrial. 33

2.3. Definición de agua de la alimentación a las calderas..... 44

2.3.1. Parámetros recomendados. 45

2.3.2. Efectos producidos por las impurezas del agua de alimentación..... 47

2.3.3. Fuentes de alimentación..... 48

2.3.4. Agua blanda. 49

2.4. Definición del condensado secundario..... 50

2.4.1. Planta evaporadora..... 50

2.4.2. Agua de cola. 52

2.4.3. Concentrado. 53

2.4.4. Condensado secundario o agua de pescado. 54

2.4.5. Beneficios del uso del condensado secundario..... 57

2.5. Definición de tratamiento de condensado secundario o agua de pescado. 57

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.5.1. Tanques de condensados. 57

2.5.2. Aditivos químicos dosificadores. 59

2.5.3. Filtros. 61

2.5.4. Ablandadores de agua. 64

2.5.5. Mezcladores estáticos. 67

2.5.6. Tuberías. 69

2.5.7. Bombas. 72

2.5.8. Tablero de control. 74

2.6. Definición de costos. 77

2.6.1. Costo para la fabricación de harina de pescado. 77

2.6.2. Factor P/H. 79

2.6.3. Costo de fabricación de planta tratamiento de condensados. 80

CAPITULO III ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE HARINA DE PESCADO. 81

3.1. Situación actual. 81

3.1.1. Plantas pesqueras en el Perú. 81

3.1.2. Plantas pesqueras en la región Arequipa. 85

3.1.3. Planta Mollendo. 89

3.2. Producción de condensado secundario. 93

3.2.1. Planta evaporadora. 93

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.2.2. Condensado secundario. 96

3.3. Costo. 100

3.3.1. Indicadores de producción de harina de pescado..... 100

3.3.2. Costo de producción de harina de pescado. 101

3.3.3. Costo de condensado secundario. 102

3.4. Parte experimental..... 104

3.4.1. Condensado secundario o agua de pescado generado en planta evaporadora. 104

3.4.2. Prueba dosificación de coagulante y floculante en el condensado. 107

3.4.3. Dosificación de cal y soda. 110

3.4.4. Interpretación de resultados. 111

3.5. Diagrama de tratamiento de condensado secundario. 111

3.5.1. Diagrama de bloques. 111

3.6. Gestión en la operación del proyecto 113

3.6.1. Gestión de producción. 114

3.6.2. Gestión de calidad..... 115

3.6.3. Gestión de mantenimiento. 115

3.6.4. Gestión ambiental: 117

3.6.5. Gestión de seguridad e higiene industrial. 117

CAPÍTULO IV DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE CONDENSADOS SECUNDARIOS.....119

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1. Selección de tanque de almacenamiento de condensados secundario. 119

4.1.1. Datos y condiciones generales para selección. 119

4.1.2. Características generales de la fabricación del tanque. 119

4.1.3. Selección del cuerpo del tanque. 120

4.1.4. Selección del fondo del tanque. 122

4.1.5. Selección del techo de tanque. 123

4.1.6. Accesorios. 126

4.2. Deposito dosificador de aditivos químicos. 134

4.2.1. Especificaciones. 134

4.3. Diseño del sedimentador. 135

4.3.1. Dimensiones del sedimentador. 135

4.3.2. Especificaciones: 138

4.4. Ablandador. 139

4.4.1. Cálculo de la cantidad de resina catiónica. 139

4.4.2. Dimensiones del ablandador. 140

4.4.3. Especificaciones en la construcción del ablandador catiónico. 141

4.5. Filtro Grava. 142

4.5.1. Dimensionamiento. 142

4.5.2. Distribución de lecho de grava. 143

4.6. Filtro de carbón activado. 144

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.6.1. Dimensiones..... 145

4.7. Mezclador estático. 147

4.7.1 Selección de mezclador estático. 147

4.7.2. Mezclador estático KENICC, tipo KMS. 149

4.7.3. Dimensiones del mezclador estáticos. 150

4.8. Tuberías..... 151

4.8.1. Cálculo del diámetro de tubería. 151

4.8.2. Distribución de Tubería. 152

4.8.3 Longitud tuberías 153

4.9. Bombas..... 155

4.9.1. Datos del sistema de bombeo..... 155

4.9.2. Cálculo de la altura de bombeo..... 156

4.9.3. Selección de bomba. 164

4.9.4. Cálculo de la potencia..... 166

4.10. Bomba dosificadora 167

4.11. Tablero eléctrico..... 168

4.11.1. Lay out. 169

4.11.2. Selección de materiales..... 169

CAPÍTULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA 176

5.1. Costo de planta tratamiento de condensados proyectado..... 176

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.1.1. Costo de diseño de ingeniería. 176

5.1.2. Costo de equipos y materiales. 177

5.1.3. Costo total de inversión. 179

5.2. Reducción de costos de proceso. 179

5.2.1. Reducción de costo agua. 179

5.2.2. Reducción de consumo de petróleo. 180

5.3. Costos de producción. 181

5.3.1. Costo de producción actual. 181

5.3.2. Costo de producción con la implementación de planta tratamiento de condensados. 183

5.4. Indicadores de evaluación económica. 186

5.4.1. Cálculo del VAN (valor actual neto). 186

5.4.2. Cálculo del TIR (tasa interna de retorno). 186

5.5. Análisis de costo – beneficio. 187

5.5.1. Cálculo de beneficio/costo económico. 187

5.5.2. Beneficio social. 188

CONCLUSIONES 190

RECOMENDACIONES 191

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 192

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Anchoveta y harina de pescado. 28

Figura 2 Fabricación artesanal de harina de pescado. 33

Figura 3 Embarcación pesquera. 34

Figura 4 Chata. 35

Figura 5 Cocina. 36

Figura 6 Prensas. 37

Figura 7 Separadora de sólidos. 38

Figura 8 Centrífuga. 39

Figura 9 Planta evaporadora. 40

Figura 10 Secadores. 41

Figura 11 Molino. 41

Figura 12 Ensaque. 42

Figura 13 Rumas. 43

Figura 14 Diagrama de flujo del proceso de harina de pescado. 44

Figura 15 Caldera. 45

Figura 16 PH. 47

Figura 17 Ablandador. 50

Figura 18 Proceso productivo parte 1. 51

Figura 19 Proceso productivo parte 2. 52

Figura 20 Agua de cola. 52

Figura 21 Concentrado. 53

Figura 22 Condensado. 54

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 23 Condensado secundario. 55

Figura 24 Tanque de condensado. 58

Figura 25 Tanque sedimentador. 59

Figura 26 Cal. 60

Figura 27 Coagulante. 60

Figura 28 Floculante. 61

Figura 29 Grava. 62

Figura 30 Filtro de grava. 62

Figura 31 Partes del ablandador. 65

Figura 32 Resina. 66

Figura 33 Intercambio iónico de la resina. 66

Figura 34 Diferentes fabricantes de mezcladores estáticos. 69

Figura 35 Diagrama de Moody. 71

Figura 36 Bomba centrífuga. 73

Figura 37 Partes de una bomba centrífuga. 73

Figura 38 Diagrama de bloques de los tipos de bombas hidráulicas. 74

Figura 39 Símbolo contactor. 75

Figura 40 Relé desactivado. 76

Figura 41 Guardamotor. 76

Figura 42 Transformador de corriente. 77

Figura 43 Producción harina pescado región Arequipa. 87

Figura 44 Factor P/H producción harina pescado – Arequipa. 88

Figura 45 Ubicación planta Mollendo. 90

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 46 Distribución de planta Mollendo. 91

Figura 47 Diagrama de flujo de planta de harina de pescado. 92

Figura 48 Flujo de condensado secundario o agua pescado de planta evaporadora. 93

Figura 49 Planta evaporadora - Planta Mollendo. 94

Figura 50 Balance de materia de planta evaporadora. 99

Figura 51 Muestra de condensados secundario. 105

Figura 52 Proceso de coagulación y floculación. 108

Figura 53 Prueba de jarra. 109

Figura 54 Prueba en equipo Soxhlet. 110

Figura 55 Diagrama de bloques planta tratamiento de condensado. 112

Figura 56 Planta tratamiento de condensados. 113

Figura 57 Selección del cuerpo del tanque. 121

Figura 58 Planchas de cuerpo de tanque. 121

Figura 59 Fondo tanque. 123

Figura 60 Techo de tanque. 126

Figura 61 Detalle de entrada para el ingreso hacia el tanque (manhole). 127

Figura 62 Sumidero del tanque. 132

Figura 63 Manhole del techo vista superior. 133

Figura 64 Manhole techo vista lateral. 134

Figura 65 Medidas del sedimentador con 3 compartimentos o pozas. 138

Figura 66 Sedimentador de perfil 138

Figura 67 Altura de grava, resina y expansión 141

Figura 68 Árbol de tuberías ablandador. 142

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 69 Altura de grava en el filtro. 144

Figura 70 Vista microscópica de microporos del carbón activado. 145

Figura 71 Filtro de carbón activado (H=2600mm, ©=1300mm). 146

Figura 72 Altura de lecho carbón activado. 146

Figura 73 Selección de tipo de mezclador estático. 148

Figura 74 Keniks KMS (mezclador de cinta trenzada). 149

Figura 75 Mezclador estáticos Keniks KMS con ángulo de torsión de 180° 149

Figura 76 Dimensiones generales de una hélice mezcladora de un mezclador Kenics KMS. 150

Figura 77 Tuberías planta de tratamiento de condensados. 152

Figura 78 Tuberías de planta tratamiento de condensados (perfil). 153

Figura 79 Simbología conexiones de tuberías. 155

Figura 80 Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total. 159

Figura 81 Coeficientes de resistencia K. 161

Figura 82 Factor K. 164

Figura 83 Serie de bomba centrifuga. 165

Figura 84 Modelo de bomba. 166

Figura 85 Bomba dosificadora. 167

Figura 86 Especificaciones de bomba dosificadora. 168

Figura 87 Eléctrico. 169

Figura 88 Tablero eléctrico y motor eléctrico. 170

Figura 89 Fuerza motriz. 175

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción histórica de harina de pescado en el Perú (1951 – 2020). 29

Tabla 2 Parámetros de agua: Alimentación a calderas. 45

Tabla 3 Análisis de agua de SEDAPAR. 46

Tabla 4 Análisis de agua blanda 50

Tabla 5 Análisis del Agua de cola. 53

Tabla 6 Análisis de concentrado. 53

Tabla 7 Análisis de condensado secundario o agua de pescado. 55

Tabla 8 Límites máximos permisibles para efluentes. 56

Tabla 9 Características del carbón activado. 63

Tabla 10 Tamaño de los poros del carbón activado. 64

Tabla 11 Resina Catiónica Ionac C 249. 67

Tabla 12 Ventajas y desventajas de los mezcladores. 68

Tabla 13 Factor conversión Pescado/Harina. P/H. 80

Tabla 14 Listado de empresas pesqueras de harina de pescado en Perú. 82

Tabla 15 Capacidad plantas pesqueras – región Arequipa. 86

Tabla 16 Producción de harina de pescado Arequipa. 87

Tabla 17 Producción anual de harina de pescado (Ton)- Arequipa. 88

Tabla 18 Control de proceso de la planta evaporadora. 95

Tabla 19 Resultados de análisis condensado secundario. 96

Tabla 20 Indicadores de producción de harina de pescado. 100

Tabla 21 Costo de producción harina de pescado. 102

Tabla 22 Resultados organolépticos. 105

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 23 Resultados fisicoquímico de condensados. 106

Tabla 24 Concentración de coagulante y floculante. 107

Tabla 25 Dosis para turbidez < 50 NTU. 109

Tabla 26 Resultados de prueba. 109

Tabla 27 Resultados prueba cal y soda. 111

Tabla 28 Requerimiento mínimo. 120

Tabla 29 Dimensión mínima de plancha para el fondo del tanque. 122

Tabla 30 Dimensión de la placa para la tapa (tc) y la brida empernada (tf) 129

Tabla 31 Dimensiones para el cuello del manhole (tn). 130

Tabla 32 Dimensión del diámetro circular de los pernos y cubierta de la placa. 130

Tabla 33 Resumen del manhole. 131

Tabla 34 Dimensiones para sumideros. 132

Tabla 35 Dimensiones para el manhole del techo. 133

Tabla 36 Dimensiones de grava 143

Tabla 37 Dimensiones mezclador estático Kenics KMS. 150

Tabla 38 Motor eléctrico de planta de tratamiento de condensados secundarios. 170

Tabla 39 Calibre de cables eléctricos. 172

Tabla 40 Capacidades de corriente permisible en conductores de 0 a 2000 V 174

Tabla 41 Valor por número de conductores. 174

Tabla 42 Costo tanque de condensados. 176

Tabla 43 Costo de sedimentador. 177

Tabla 44 Compras equipos, suministros y materiales. 178

Tabla 45 Costo de inversión total. 179

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 46 Costo de agua. 179

Tabla 47 Costo actual de producción de harina de pescado. 182

Tabla 48 Costo de producción con implementación planta tratamiento condensado. 184

Tabla 49 Flujo efectivo con Planta. de condensados. 186

Tabla 50 Cálculo de beneficio/costo. 187

Tabla 51 Beneficio social. 188

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

Las fábricas o plantas pesqueras de producción de harina y aceite de pescado se encuentran ubicados en el litoral bordeando las costas peruanas.

Las plantas pesqueras se abastecen de agua potable de las entidades prestadoras de servicio, que son previamente tratadas para luego utilizarlas en la alimentación de las calderas para la generación de vapor, vapor utilizado en la cocción del pescado, en la operación de secado de la harina y calentamiento de los caldos generados durante el proceso productivo de la harina de pescado.

El parámetro establecido en la industria pesquera del consumo de agua es de 1 m3 de agua tratada / tonelada de harina de pescado producida.

Los condensados secundarios o también llamados agua de pescado son generados en las plantas evaporadoras durante el proceso productivo de la harina de pescado, se vierten al mar por el emisor o tubería submarina, siendo eliminados al océano pacifico. Estos efluentes (condensados secundarios) vertidos al mar cumplen con los límites máximos permisibles para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros según el Decreto Supremo N° 010.2018-MINAM, por lo que no existe sanción alguna el ser vertido al mar.

Los condensados secundario o agua de pescado no tiene costo alguno, ya que son eliminados o vertidos al mar, en el presente estudio se propone recuperarlos, tratarlos y utilizarlos en la alimentación a la caldera para la generación de vapor, por lo que se plantea el diseño de una planta de tratamiento de condensados secundarios. Cabe mencionar que los condensados secundarios reemplazarían el uso del agua.

Cada planta pesquera genera un promedio aproximado de 20 m3 / hora de condensados secundarios durante el tiempo que se realiza el proceso productivo de harina de pescado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Delimitaciones y definición del problema.

1.1.1. Delimitación.

Temático.

La presente tesis propuso el diseño para la instalación de una planta de tratamiento de condensados secundarios en las plantas pesqueras de la región de Arequipa ya que actualmente ninguna planta pesquera cuenta con la planta a presentar en este estudio.

Finalidad de aprovechar el condensado secundario o agua de pescado eliminado o vertido al mar, reduciendo el costo de la utilización del agua potable y aprovechar el recurso hídrico en otros usos.

Espacial.

El estudio se realizó con los datos inicialmente de las plantas evaporadoras instaladas en las plantas pesquera de la región Arequipa, las cuales generan los condensados secundarios, el cual se caracteriza física y químicamente. La investigación requirió el apoyo del área de producción y mantenimiento. El autor del presente estudio desempeñó la función de colaborador y coordinador en el desarrollo del diseño de una planta de tratamiento de condensados secundarios.

1.1.2. Definición del problema.

Si bien los condensados secundarios producidos en las plantas evaporadoras son vertidos o eliminados al mar por medio de tuberías submarinas, y como es agua de pescado (condensado secundario) se caracterizan de compuestos orgánicos y acidez, sin embargo, cumplen con las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

normas ambientales de efluentes pesqueros, por lo que a las plantas pesqueras no les crea una obligación tratarlos ya que no reciben sanción alguna.

En el presente estudio se planteó el tratamiento de los condensados vertidos al mar lo cual permitiría a la planta pesquera un ahorro económico del insumo agua y asimismo se preservaría el recurso hídrico agua potable para otros usos.

1.2. Objetivos de la investigación.

1.2.1. Objetivo general.

Desarrollar el anteproyecto de una planta de tratamiento de condensados secundarios que son eliminados al mar, en la industria de harina de pescado.

1.2.2. Objetivos específicos.

OE1: Analizar la situación actual de la industria pesquera en la región Arequipa debido a que no utilizan los condensados secundarios que son eliminados al mar.

OE2: Evaluar experimentalmente la utilización de los condensados secundarios como agua de alimentación a las calderas.

OE3: Proponer los equipos y las operaciones para la instalación de la planta de condensados secundarios.

1.3. Viabilidad de la investigación.

Viabilidad técnica.

Para el desarrollo de la presente tesis, se contó con todas las herramientas necesarias para el desarrollo del diseño de una planta de tratamiento de condensados secundarios, se contó con la información de investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Viabilidad operativa.

Actualmente las plantas pesqueras de producción de harina de pescado en la región Arequipa no cuentan con una planta para tratar los condensados secundarios, los cuales se vierten al mar.

El desarrollo de la presente tesis comprendió el diseño de una planta de tratamiento de condensados a ser propuesto en las plantas pesqueras de la región Arequipa.

Viabilidad económica.

El condensado secundario a tratar en el presente estudio tuvo un costo de cero soles ya que son eliminados al mar, el aprovechar su utilización en la alimentación a las calderas reemplazando el uso actual del agua potable tratada, reduce el costo de uso de m3/TMH**.**

Viabilidad ambiental.

Preservar el recurso hídrico (agua potable) no siendo utilizado en la Industria durante el proceso.

1.4. Justificación e importancia de la investigación.

1.4.1. Justificación.

El problema anteriormente descrito refleja la necesidad de instalar una planta de tratamiento de condensados secundarios en cada planta pesquera de la región Arequipa, y aprovechar el condensado secundario antes de ser eliminado.

Económica.

El condensado secundario a tratar en el presente estudio inicia con costo de cero soles. La presente tesis contribuyó a reducir el costo de uso de agua potable tratada por cada tonelada de harina de pescado producida (m3/TMH), optimizando la eficiencia del costo de producción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Así mismo, se resumen el ahorro a obtener, en un cuadro comparativo del uso actual del agua VS condensados en la alimentación de las calderas.

Técnica.

Para el desarrollo de la presente tesis, se contó con todas las herramientas necesarias para el desarrollo del diseño de una planta de tratamiento de condensados secundarios, se contó con la información de investigación.

Profesional.

Con la finalidad de afianzar los conocimientos durante la etapa Universitaria en la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica, se aplicaron conceptos de diseño, tanques, ablandadores, bombas, tableros eléctricos, desde el punto de vista de la Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Social.

El presente estudio contribuye a preservar el recurso hídrico agua potable y reemplazar su utilización con los condensados secundarios tratados.

1.5. Limitación y metodología de la investigación.

Actualmente las plantas pesqueras de harina de pescado no tratan los condensados secundarios los cuales son vertidos al mar, por lo tanto, no se cuenta con alguna información al respecto, sin embargo, si se tiene información de las características fisicoquímicas de los condensados vertidos y pruebas experimentales con los condensados.

Metodología cualitativa

Se tomaron los conocimientos de los colaboradores como fuente de información para el desarrollo de la propuesta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Metodología cuantitativa.

Por la metodología de análisis utilizado a través de los índices o parámetros de producción m3/TMH y el balance de materia se hizo una evaluación en cumplimiento de los objetivos planteados.

1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de información.

1.6.1. Técnicas.

La investigación de la situación actual se realizó de forma exploratoria y descriptiva, el objetivo fue obtener la mayor cantidad de datos posibles y, a su vez, obtener información relevante para la investigación del presente estudio, se utilizaron instrumentos como documentos y registros.

Fuentes primarias.

Data de las plantas pesqueras de la región Arequipa y entrevistas.

Fuentes secundarias.

Documentos bibliográficos

Documentos de gestión de mantenimiento

Otros estudios similares.

1.6.2. Instrumentos.

Entrevista enfocada colaboradores responsables del área de mantenimiento y producción con la finalidad de obtener un mayor panorama de la situación.

1.7. Cobertura de estudio.

Universo espacial.

El presente estudio se desarrolló teniendo como referencia las plantas pesqueras de producción de harina de pescado de la región Arequipa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ubicación temporal.

El presente estudio se desarrolló en la planta pesquera de Mollendo. Cabe mencionar que las plantas pesqueras no cuentan con planta de tratamiento de condensados secundarios propuestos en el presente estudio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1. Definición de harina de pescado.

La harina de pescado, según las normas del ITINTEC (Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas) (1982), es el producto industrial que se obtiene por reducción del contenido de humedad y grasa del pescado, sin agregar sustancias extrañas, salvo aquellas que tiendan a mantener la calidad original del producto.

La harina de pescado es el producto elaborado principalmente de anchoveta y de otras especies de captura incidental según autorización del Ministerio de la Producción.

Figura 1

Anchoveta y harina de pescado.

Producción histórica de harina de pescado en el Perú desde los años 1951 a 2020.

La producción de harina de pescado en el Perú se inició en el año 1951; como se puede observar en los años 50, el factor de conversión pescado/harina fue de 5.83; en la década del 60 se tiene un P/H de 5.55; en la década del 70 se tiene un P/H de 4.71; en la década del 80 un P/H de 5.05; en la década del 90 un P/H de 4.61; en la década del 2000 al 2010 un P/H de 5.02; en la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

década del 2010 a 2020 un P/H de 4.25. Se puede observar un mejoramiento del factor de conversión pescado/harina. Esto quiere decir que al inicio año 1950 se utilizó 5.83 toneladas de pescado para producir 1 tonelada de harina, y del 2010 al 2020 se utiliza 4.25 toneladas de pescado para producir 1 tonelada de harina de pescado. Mientras menor sea el factor P/H mayor eficiencia en la producción de harina de pescado (Ministerio de la Producción, 2021).

Tabla 1

Producción histórica de harina de pescado en el Perú (1951 – 2020).

PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE HARINA DE PESCADO EN EL PERÚ			
AÑO	**PESCADO**	**HARINA DE PESCADO**	**FACTOR**
	TONS	**TONS**	**P/H**
1951	18,300	7,260	**Distorsionado por no tener buen control en la recepción de pescado, en Ministerio de Pesquería (Hoy viceministerio)**
1952	19,036	9,205	
1953	40,290	12,096	
1954	49,402	16,535	
1955	68,401	20,069	
1956	137,004	30,969	4.42
1957	333,553	64,480	5.17
1958	755,729	126,909	5.95
1959	1,952,332	332,400	5.87
1960	3,314,607	558,300	5.94
1961	4,579,709	863,800	5.30
1962	6,274,624	1,120,800	5.60
1963	6,422,396	1,159,200	5.54

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1964	9,047,000	1,552,200	5.83
1965	7,391,000	1,282,011	5.77
1966	8,529,821	1,470,478	5.80
1967	9,824,624	1,815,982	5.41
1968	10,262,661	1,922,020	5.34
1969	8,960,460	1,610,779	5.56
1970	12,276,977	2,253,439	5.45
1971	10,276,593	1,934,601	5.31
1972	4,034,000	893,763	4.51
1973	1,936,715	390,420	4.96
1974	3,743,828	870,958	4.30
1975	3,097,630	686,270	4.51
1976	4,034,000	886,372	4.55
1977	2,197,000	496,954	4.42
1978	3,074,000	669,658	4.59
1979	3,069,000	687,953	4.46
1980	2,109,000	458,126	4.60
1981	2,262,000	478,277	4.73
1982	3,154,000	665,499	4.74
1983	1,227,729	251,738	4.88
1984	2,740,782	568,633	4.82
1985	3,597,806	717,304	5.02
1986	4,995,724	973,114	5.13

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1987	3,969,000	821,417	4.83
1988	6,060,000	1,126,242	5.38
1989	6,150,000	1,169,193	5.26
1990	6,136,000	1,204,622	5.09
1991	6,479,000	1,311,634	4.94
1992	6,408,000	1,322,500	4.85
1993	7,939,000	1,669,500	4.76
1994	10,855,000	2,336,700	4.65
1995	8,230,000	1,774,156	4.64
1996	8,823,000	1,965,578	4.49
1997	6,866,000	1,512,681	4.54
1998	3,643,000	815,040	4.47
1999	7,821,738	1,739,437	4.50
2000	9,734,500	2,209,000	4.41
2001	7,994,500	1,635,400	4.89
2002	8,774,500	1,839,200	4.77
2003	6,097,500	1,224,500	4.98
2004	9,618,500	1,971,400	4.88
2005	9,400,300	1,930,727	4.87
2006	7,027,700	1,342,400	5.24
2007	7,230,700	1,399,100	5.17
2008	7,423,300	1,414,700	5.25
2009	6,935,000	1,348,400	5.14

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2010	4,282,800	787,400	5.44
2011	7,002,200	1,637,700	4.28
2012	3,696,300	853,600	4.33
2013	4,765,700	1,114,200	4.28
2014	2,265,900	526,500	4.30
2015	3,690,300	852,400	4.33
2016	2,733,000	650,300	4.20
2017	2,307,460	544,360	4.24
2018	6,053,924	1,415,359	4.28
2019	3,381,437	810,528	4.17
2020	4,314,558	1,045,474	4,13

***Nota*:** Producción histórica de la harina de pescado, se observa el mejoramiento de la producción para la obtención de la harina. Tomado de Ministerio de Producción (2021).

2.2 Proceso de harina de pescado

2.2.1. Proceso artesanal de la harina de pescado

La harina de pescado producida en casa de forma artesanal (Figura 2). La anchoveta se cocina en una olla a presión, luego todo se vierte a una prensa papa, al presionar por las mallas sale el líquido que va a una jarra de vidrio, ahí dejarlo unas 4 horas y por diferencia de densidades se va a separar el aceite de pescado que va a estar en la parte superior. Así mismo el sólido húmedo o torta húmeda que queda en la prensa papa se lleva al piso del patio limpio, y por acción de los rayos solares se va a secar, de este modo tenemos la harina granulada; luego en el batán se muele y obtenemos el producto final, la harina de pescado.

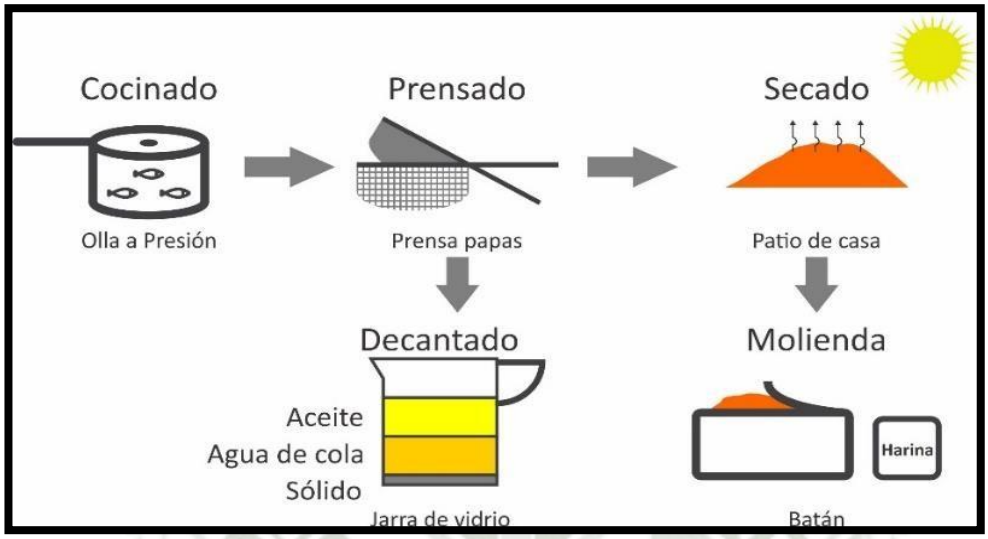
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 2

Fabricación artesanal de harina de pescado.



Nota: La harina de pescado se obtiene de forma artesanal como se observa en la figura 2.

2.2.2. Proceso productivo industrial.

Captura del pescado.

La anchoveta (materia prima) es capturada y trasladada por las embarcaciones pesqueras, que atracan de costado a lado de las CHATAS, para iniciar la descarga del pescado a instalaciones de planta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 3

Embarcación pesquera.

***Nota*:** Embarcación lanzando su red y capturando la anchoveta. Tomado de Pesquera Diamante S.A. (2021)

Descarga y recepción de materia prima.

Se inicia en la succión de la materia prima desde la bodega de la embarcación pesquera. La descarga se realiza a través de dos bombas absorbentes la Transvac de capacidad de bombeo de 200 tn/h y la bomba Moyno de capacidad de bombeo de 180 ton/hr, ubicadas en la CHATA.

La materia prima es transportada a través de una tubería submarina, la cual descarga en un desaguador rotativo y se recibe en planta con un sistema de mallas transportadoras, luego es pesado para registrar la cantidad de materia recepcionada y distribuida en las pozas de almacenamiento de pescado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 4

Chata.

Nota: Embarcación flotantes y estática sujetada por 4 muertos ubicados en el fondo del mar. En su interior se encuentra el área de bombas para la descarga de pescado, desde la embarcación a planta. Tomado de Pesquera Diamante S.A. (2021).

Cocinado.

La materia prima almacenada en las pozas es retirada de ellas, por medio de los transportadores helicoidales hacia el transportador de rastras para ser alimentado a las cocinas, que es un equipo cilíndrico, con eje calefactorio, con forma de tornillo que permite que la carga avance y alrededor del cilindro una chaqueta que sirve de calefacción y a la vez de aislador.

El proceso de cocción se realiza para conseguir 3 objetivos: la coagulación de proteínas, la liberación de la grasa y la esterilización. En la industria se tiene cocinas Mirens, Cemprotech de 40 y 60 tons /hr.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 5

Cocina.

Nota: Cocina a vapor procedente de las calderas, que van a cocinar la anchoveta. Tomado de Pesquera Diamante S.A. (2021)

Prensado.

La materia prima cocinada, se somete a un drenaje en los Prestrainers, separando el licor del prestrainer del pescado pre-drenado, pasando luego la carga a la prensa de doble tornillo. Esta es una operación donde se ejerce presión sobre la materia prima, donde se separa el licor de prensa (agua, sólidos, aceite) y la TORTA DE PRENSA (masa del pescado prensado.

El licor de prensa se une con el licor del prestrainer y es enviado a la separadora de sólidos y la TORTA DE PRENSA ENVIADA A LOS SECADORES. En la Industria se tiene instalado prensas Atlas Stord BS 64F, prensas Mirens BP 502, de 50 y 30 tons.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 6

Prensas.

Nota: Equipos de prensa que van a presionar al pescado cocido, reduciendo la humedad mecánicamente. Tomado de Pesquera Diamante S.A. (2021).

Separadora de Sólidos.

Las separadoras de sólidos son empleados para la recuperación de sólidos insolubles del licor de prensa y licor de prestrainer.

El licor de prensa y prestrainer que ingresa a través de la tubería de alimentación ubicada en el eje de rotación es sometida a la fuerza de gravedad separante, y en razón a ello los componentes sólidos son expelidos hacia las paredes del tambor de donde son arrastrados por el transportador los sólidos (torta de separadora). La fase liviana (licor de separadora) sale del bowl por los discos. En la Industria se tiene las separadoras de sólidos Sharples P-3,400 y las Alfa Laval NX-314.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 7

Separadora de sólidos.

Nota: Separadora de sólidos o centrífuga horizontal, en su interior tiene un bowl cónico y transportador helicoidal para sacra los sólidos. Tomado de Alfa Laval (2023)

Separación de aceite.

El objetivo de la operación de la separación de aceite o centrífuga es obtener la mayor cantidad posible de aceite de tal forma que el agua de cola contenga mínima cantidad de grasa.

El licor de separadora es sometido a movimientos rotativos y por diferencia de densidades se separan el AGUA DE COLA y el ACEITE DE PESCADO. En la Industria tenemos centrífugas Alfa Laval AFPX 213 (12,000 lt/h), Alfa Laval BRPX 417 (30,00 lt/h).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 8

Centrífuga.

Nota: Centrifuga que, al ingresar el licor de separadora, por diferencia de densidad separa el aceite del agua de cola. Tomado de Alfa Laval (2023)

Evaporación.

La evaporación consiste en la eliminación de agua (disolvente) de un soluto relativamente no volátil, el cual normalmente es sólido. El agua de cola tratada en los evaporadores es alimentada por la parte superior y se opera a temperaturas menores de 100°C, el medio calefactor es el vapor (Vahos) para esta primera etapa, proveniente de los secadores Rotatubos y Rotadisck; en las siguientes etapas de evaporación el agua de cola se concentra obteniéndose el soluble de pescado o concentrado que es bombeado directamente a la mezcla de tortas e ingresando los secadores. Los Vahos generados por la concentración del agua de cola, se condensan generándose los CONDENSADOS SECUNDARIOS o agua de pescado el cual son eliminados al mar. En la industria tenemos las plantas evaporadoras al vacío Atlas Stord ASC 43, plantas evaporadoras de película descendente WHE y HAARLES.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 9

Planta evaporadora.

Nota: Plantas evaporadora de puro acero inoxidable, utilizada en la evaporación del agua de cola y obtener el concentrado y condensado. Tomado de Pesquera Diamante S.A. (2021).

Secado.

El secado consiste en deshidratar la mezcla de tortas (torta de prensa, torta de separadora y concentrado de las plantas evaporadoras) para reducir la humedad a niveles que evite el desarrollo o crecimiento de microorganismos. En la industria tenemos secadores a vapor Rotadisck (5,500 kg/hr de evaporación) secadores Rotatubos SR 2S de 5,500 kg/hr de evaporación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 10

Secadores.

Nota: Equipo de secado a vapor, que reducen la humedad de las tortas de prensa. Tomado de Pesquera Diamante S.A. (2021).

Molienda.

La molienda es una operación que tiene como finalidad de que la harina de pescado tenga una apariencia granular que incidirá favorablemente en la aceptación del producto en el mercado. El scrap seco, salido de los secadores ingresa a los molinos de martillos locos que giran más de 900 RPM, que tienen una malla con huecos de 3/8” de diámetro para obtener una granulometría uniforme.

Figura 11

Molino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Nota: Molino de martillos locos, para reducir la granulometría del scrap del secado. Tomado de Maquinaria Grupo Nueve (2020).

Envasado.

En la sala de ensaque se tiene balanzas automáticas Richardson, donde se pesa y envasa la harina de pescado en sacos blancos de 50 kg cada uno. Dimensiones de los sacos de 26” x 44”.

Figura 12

Ensaque.

Nota: Personal con la protección de seguridad para no contaminar la harina de pescado. Tomado de Pesquera TASA (2021).

Almacenamiento de harina.

La harina de pescado terminada que salen en sacos de la sala de ensaque, son transportados a almacén de productos terminados, para el almacenamiento de la harina de pescado, se forman rumas de 1000 sacos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 13

Rumas.

Nota: Almacenamiento de la harina con todas las medidas de prevención para la contaminación.

Tomado de Pesquera Diamante Mollendo (2021).

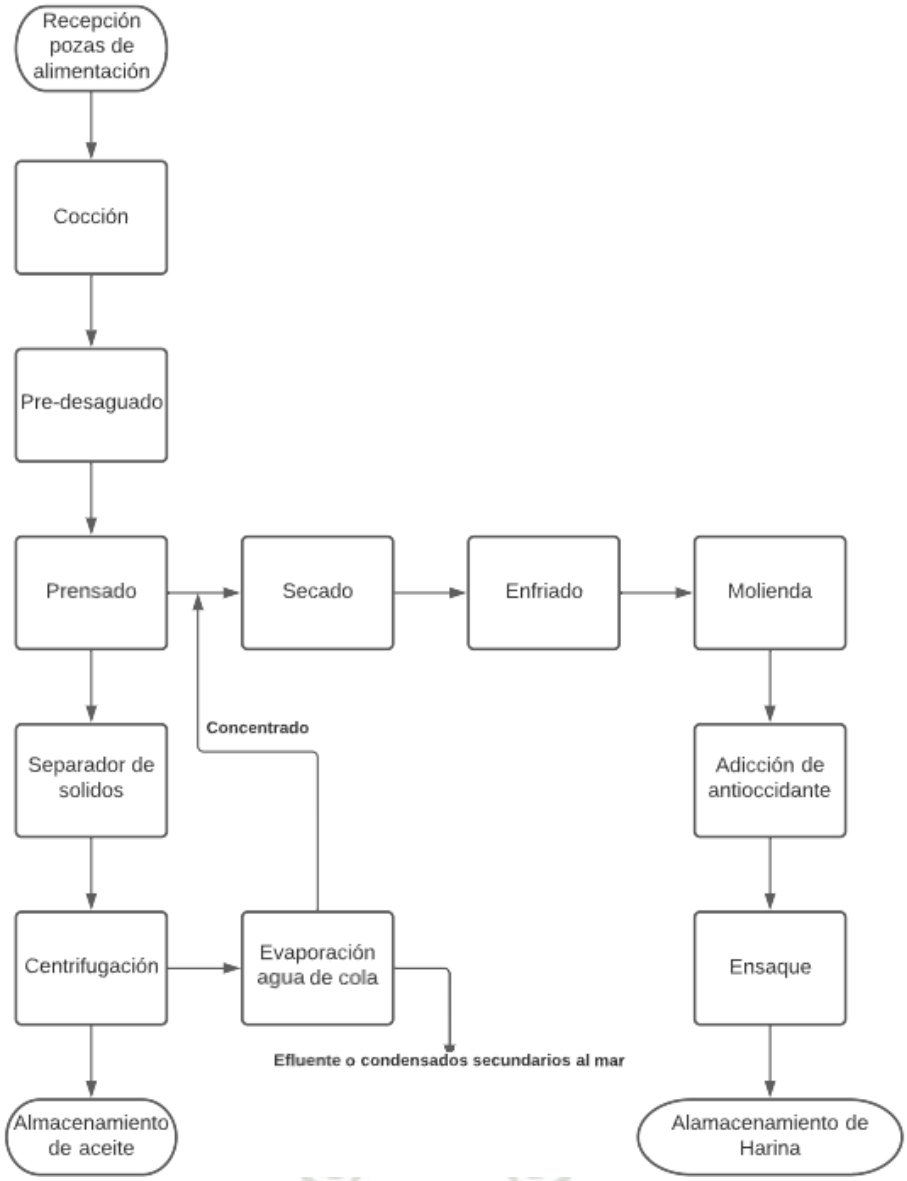
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 14

Diagrama de flujo del proceso de harina de pescado.



Nota: Diagrama desde la recepción de la anchoveta hasta la obtención de la harina pescado.

2.3. Definición de agua de la alimentación a las calderas.

La caldera es una máquina que produce vapor al calentar el agua, por medio del calor generado por el consumo de combustible (petróleo). En la industria pesquera el vapor generado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

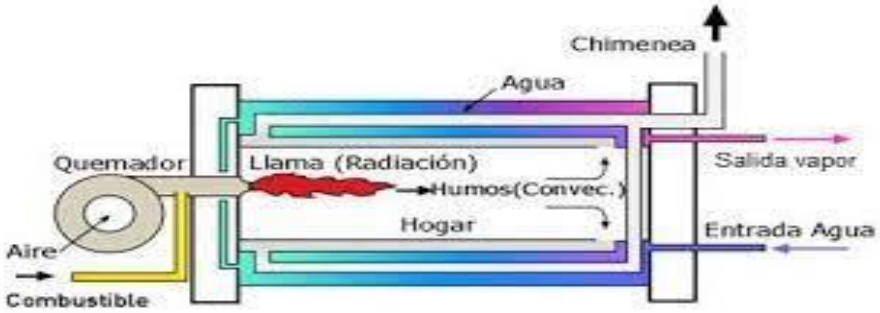
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

por las calderas se utiliza para el cocinado del pescado y calentamiento de licor de separadora y licor de prensa. El agua de alimentación a la caldera es tratada en equipos de ablandamiento.

Figura 15

Caldera.



Nota: Caldera pirotubular en la obtención del vapor para el cocinado de pescado. Tomado de Elkelawy y Alm (2019).

2.3.1. Parámetros recomendados.

Las lecturas recomendadas del agua de alimentación a las calderas.

Tabla 2

Parámetros de agua: Alimentación a calderas.

Lecturas recomendadas	Parámetros
Dureza total	0 ppm
PH	10.2 a 11.5
Solidos disueltos totales	Máximo 3,500 ppm.(tolerancia 5,000ppm)

Nota: Resultados de calidad del agua. – Norma Técnica Peruana NTP 214.042.2012. Tomado de Sistema Nacional de Información Ambiental (2013).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Características.

La calidad de las aguas tratadas de SEDAPAR, cuya fuente son aguas superficiales.

Tabla 3

Análisis de agua de SEDAPAR.

PARAMETROS	VALOR PROMEDIO
Turbidez	1.13 UNT
PH	7.34
Sólidos totales disueltos	400 ppm
Dureza total	135 ppm
Alcalinidad	68 ppm
Cloruros	111 ppm

Nota: resultados del agua comprada e utilizada en planta. Tomado de Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS) (2021).

TURBIDEZ: La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua. La unidad en la que se mide la turbidez es la NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

PH: Es una forma de expresar la concentración de iones hidrógeno (H). Se usa universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución. La escala va de 0 hasta 14 y 7 representa neutralidad.

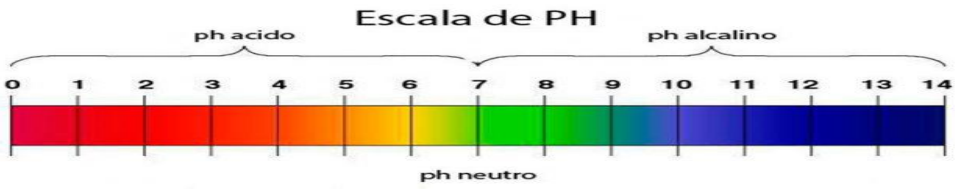
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 16

PH.



Nota: Para medir la acidez o alcalinidad del agua. Tomado de Elkelawy y Alm (2019).

Sólidos totales disueltos: El total de sólidos disueltos es una medida de la cantidad de material disuelto en el agua. Este material puede incluir los siguientes: carbonato, bicarbonato, cloruro, sulfato, fosfato, nitrato, calcio, magnesio, sodio, iones orgánicos, y otros iones.

Dureza total: La dureza del agua se debe a la cantidad de sales que llevan disueltas, normalmente de calcio y magnesio. La dureza total es igual a l dureza permanente más la dureza temporal. Dureza permanente (cloruros y sulfatos), dureza temporal (bicarbonatos).

Alcalinidad: La alcalinidad o basicidad del agua, es la medida de la capacidad para neutralizar ácidos. A diferencia del pH, que indica si una solución es un ácido o una base, la alcalinidad expresa cuánto ácido puede absorber una solución sin cambiar el pH.

Cloruros: El ión cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas.

2.3.2. Efectos producidos por las impurezas del agua de alimentación.

Si el agua que alimenta a las calderas no cumple con los parámetros recomendados en la tabla 2, se producirían los siguientes efectos.

La formación de incrustaciones se entiende por incrustación a la deposición en forma adherentes de los sólidos sobre las paredes de los tubos y del flue de las calderas. Las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

incrustaciones actúan como aislantes térmicos, disminuyendo el coeficiente de transmisión del calor, causando la reducción del aprovechamiento de calor producido por la combustión del petróleo y la sobre elevación de la temperatura del metal de las paredes de los tubos hasta ocasionar que se queme y se produzca roturas.

La formación de corrosión que se produce a consecuencia del ataque químico de ciertas impurezas del agua de alimentación. La corrosión puede manifestarse en forma de picaduras del metal, formación de cuellos, ranuras, los mismos que causan roturas en los tubos debido al adelgazamiento del espesor de la pared de los mismos.

Mal funcionamiento, formación de espumas y arrastres de agua por el vapor.

Costos elevados en la limpieza y reparaciones.

Pérdida de calor debido a frecuentes purgas.

Bajo rendimiento de los líquidos a calentar.

2.3.3. Fuentes de alimentación.

Las fuentes de abastecimiento de agua para la industria son:

Aguas superficiales

Se denomina así a las aguas que se colectan o fluyen por la superficie terrestre y que tienen su origen en las precipitaciones atmosféricas o en la fusión de los hielos de los nevados (ríos, lagos, arroyos). Todas las aguas superficiales contienen impurezas disueltas, sea por la acción disolvente del agua al pasar por los diferentes minerales del lecho del río o debido a la descarga de desperdicios industriales y aguas servidas.

El material suspendido proviene, en su mayor parte, de la acción erosiva de los cauces. La calidad de las aguas superficiales es muy variable según las estaciones. Así, por ejemplo, está

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

demostrado que, al aumentar el caudal de un río, las sales disueltas disminuyen e inversamente en las sequías extremas sube el contenido de dichas sales.

Aguas subterráneas

Se denomina así a las que emergen del subsuelo naturalmente o por medios mecánicos (p.e. bombas) y cuyo origen puede ser el mismo que el de las aguas superficiales. Las aguas subterráneas generalmente presentan un mayor contenido de sustancias minerales disueltos que las aguas superficiales de la misma zona.

Esto es debido a su contacto más prolongado con los estratos rocosos, sobre todo si el terreno es rico en piedra caliza, magnesita, yeso, dolomita; sin embargo, su contenido de materia suspendida, color, y bacteria es mucho menor por la acción filtrante del terreno.

El suministro de agua subterránea se obtiene mediante perforaciones del terreno (pozos). Los pozos pueden ser de tajo abierto o tubulares, revestidos generalmente por tubos de acero.

2.3.4. Agua blanda.

El agua blanda es el agua en la que se encuentran disueltas mínimas cantidades de sales. El agua blanda se utiliza en la alimentación de las calderas para la generación de vapor.

Tratamiento.

El agua abastecida a la industria pesquera de SEDAPAR tiene una dureza total de 135 ppm (ver tabla 4), por lo que es tratada hasta que la dureza este en cero ppm (agua blanda) y pueda utilizarse en las calderas.

El agua dura es tratada en equipo de ablandador: El agua dura puesta en contacto con la resina del ablandador cambia la base de sodio de esta por el calcio y magnesio, obteniendo el agua blanda. Para regenerar la capacidad de la resina se utiliza la sal industrial.

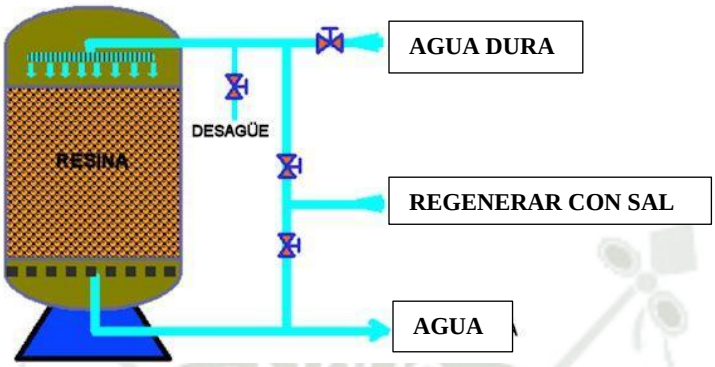
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 17

Ablandador.



Nota: Equipo para ablandar el agua y usar en las calderas. Tomado de Solís et al. (2018).

Característica.

Tabla 4

Análisis de agua blanda

Lecturas recomendadas	Parámetros
Dureza total	0 ppm
PH	7.5
Solidos disueltos totales	300

Nota: Resultado del agua salida del ablandador. Tomado de Laboratorio de planta Mollendo.

2.4. Definición del condensado secundario.

El condensado secundario es el agua proveniente de la evaporación del agua de cola en la planta evaporadora.

2.4.1. Planta evaporadora.

La evaporación consiste en la eliminación de agua (disolvente) de un soluto relativamente no volátil el cual suele ser sólido. El agua de cola es una solución acuosa que proviene de las centrífugas, con ciertas cantidades de sólidos insolubles, solubles y aceite. El agua de cola es

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

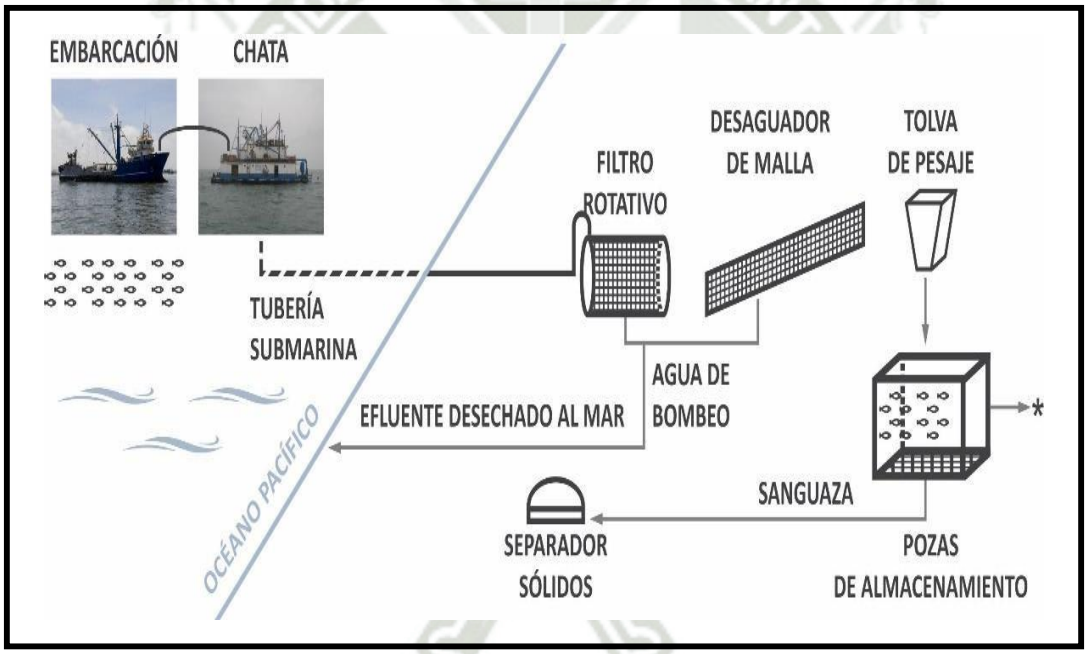
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

alimentada a la planta evaporadora de película descendente, la alimentación es por la parte superior del primer efecto, durante el descenso el agua de cola ebulle evaporándose agua y concentrándose los sólidos. La calefacción del primer efecto se realiza con vahos provenientes del secador con lo que se consigue un ahorro significativo de energía calorífica. El soluble concentrado puede llegar hasta 40 % y es bombeado a la torta de prensa para el secado. El agua que se evapora del agua de cola se condensa teniendo el condensado secundario o agua de pescado el cual es vertido al mar.

Figura 18

Proceso productivo parte 1.



Nota: Equipos que intervienen en el proceso para la obtención de la harina de pescado.

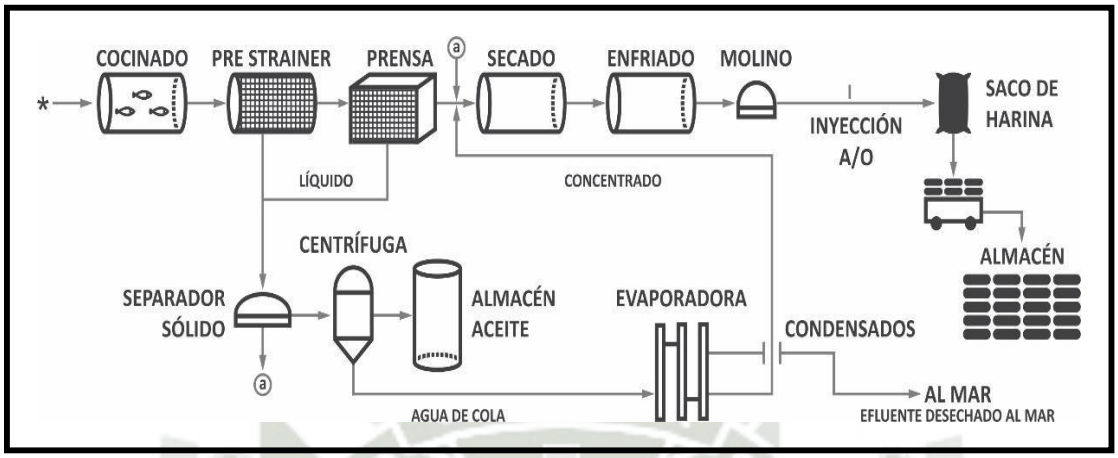
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 19

Proceso productivo parte 2.



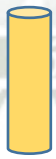
***Nota*:** Equipos que intervienen en el proceso para la obtención de la harina de pescado.

2.4.2. Agua de cola.

El agua de cola es una solución acuosa que proviene de las centrífugas, con ciertas cantidades de sólidos insolubles, solubles y aceite. El agua de cola puede representar el 60 % del peso de la materia prima si el pescado es fresco.

Figura 20

Agua de cola.



***Nota*:** Su color frecuente del agua de cola.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Características:

Tabla 5

Análisis del Agua de cola.

PARAMETROS	%
Solidos	7.00
Grasa	0.40
Agua	92.60

Nota: Resultados de calidad del agua de cola. Tomado de Pesquera Diamante, planta Mollendo.

2.4.3. Concentrado.

El concentrado es viscoso y coagula completamente a temperaturas bajas y a una concentración de 33 a 45 %, por esta razón con el fin de conseguir una absorción homogénea en la torta de prensa.

Figura 21

Concentrado.

Nota: Color frecuente del concentrado.

Características.

Tabla 6

Análisis de concentrado.

PARAMETROS	%
Sólidos	40.00
Grasa	2.80
Agua	57.20

Nota: Resultado de calidad del concentrado. Tomado de Pesquera Diamante, planta Mollendo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.4.4. Condensado secundario o agua de pescado.

Los condensados producidos de la planta evaporadora, por ser agua evaporada del agua de cola, están libres de iones calcio y iones magnesio que son los causantes de la dureza del agua. En este sentido los peligros por incrustación en las calderas pueden ser descartadas. Sin embargo, por ser agua del propio pescado contienen trazas de ácidos grasos de naturaleza orgánica, así mismo compuestos nitrogenados volátiles productos de la descomposición del pescado (olor).

Figura 22

Condensado.

***Nota*:** Muestra de condensado secundario. Tomado de laboratorio de Pesquera Diamante, planta Mollendo.

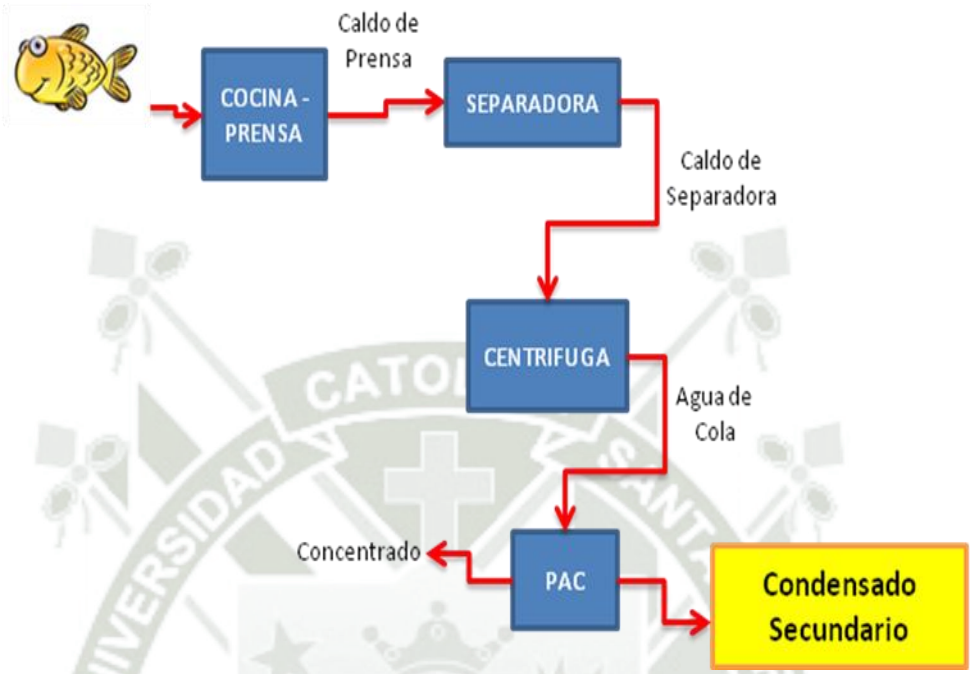
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 23

Condensado secundario.



***Nota*:** El flujo para la obtención del condesado secundario.

Características.

Tabla 7

Análisis de condensado secundario o agua de pescado.

PARAMETROS	RESULTADO PROMEDIO	
Sólidos totales disueltos (STD)	180 ppm	180 mg/l
PH	7- 8	7 - 8
Dureza total	0 ppm	0 mg/l
Grasa	8 ppm	8 mg/l
Olor	Leve	Leve

Nota: Resultado calidad del condensado. Tomado de Laboratorio, planta Mollendo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Límites máximos permisibles para efluentes.

Según el Decreto Supremo N° 010 – 2018 – MINAM (2018), aprueban límites máximos permisibles, para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto.

Tabla 8

Límites máximos permisibles para efluentes.

PARAMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasa	mg/l	350
Sólidos suspendidos totales	mg/l	700
Potencial de hidrogeno	Unidad de PH	5 – 9

Nota: Límites para efluentes pesqueros. Tomado de Ministerio del Ambiente (2018).

Como se puede observar en la tabla 8, los condensados secundarios o agua de pescado cumplen con las normas ambientales.

Contaminantes.

Los contaminantes que tienen el condensado secundario o agua de pescado, como se observa en la tabla 8 son la grasa y los olores producidos de la descomposición del pescado.

- **Contaminantes grasos:** Los ácidos grasos de bajo peso molecular que se destilan con el condensado, que se encuentran en estado coloidal. Consecuencia de la traza de grasa presente en el condensado son:
  - Depósitos sobre los tubos de la caldera.
  - Corrosión bajo depósitos con generación de ácido-picadura.
  - Carbonización de aceite – Reducción de la transferencia de calor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Contaminantes por el olor:** Originados por la descomposición de la materia orgánica suspendida en el condensado las consecuencias son:
  - Corrosión en el interior de la caldera.
  - El filtro de carbón activado contribuye en la eliminación de olor.

2.4.5. Beneficios del uso del condensado secundario.

El condensado secundario o agua de pescado, es agua generada de la planta evaporadora por el proceso de obtención de la harina de pescado, por lo tanto "NO TIENE COSTO".

El condensado tiene 0 de dureza por lo que hay peligro de incrustación.

Por ser agua caliente, hay un ahorro por el consumo del petróleo al evaporar el agua que ingresa a la caldera.

Por ser agua de bajo contenido de sólidos se disminuye el % de purgas en la caldera, reduciéndose el consumo de petróleo.

2.5. Definición de tratamiento de condensado secundario o agua de pescado.

2.5.1. Tanques de condensados.

Tanque de almacenamiento.

Se utilizarán 2 tanques de almacenamiento, uno de condensados secundarios a tratar y tanque de almacenamiento de condensados tratados. Los tanques son de forma cilíndrica vertical con fondo plano y techo fijo, diseñado bajo la norma API 650.

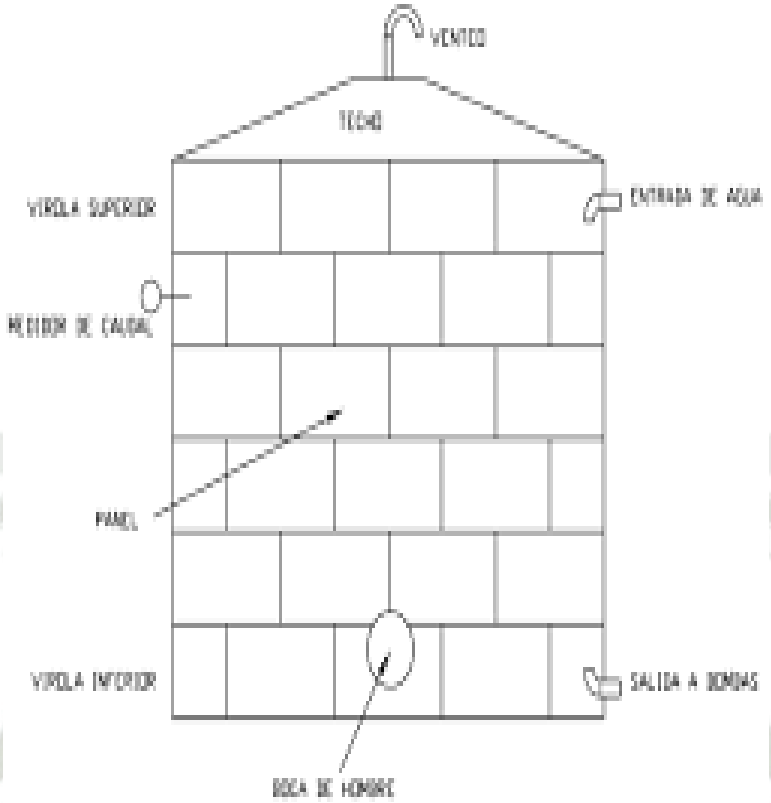
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 24

Tanque de condensado.



Nota: Tanque metálico cilíndrico. Tomado de Saldaña (2020)**.**

Tanque sedimentador.

Se entiende por sedimentación la remoción, por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en los condensados secundarios. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido. La sedimentación remueve las partículas más densas.

La sedimentación es en esencia, un fenómeno netamente físico y constituye uno de los procesos utilizados en el tratamiento del agua para conseguir su clarificación. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. Se utiliza para el tratamiento de condensados

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

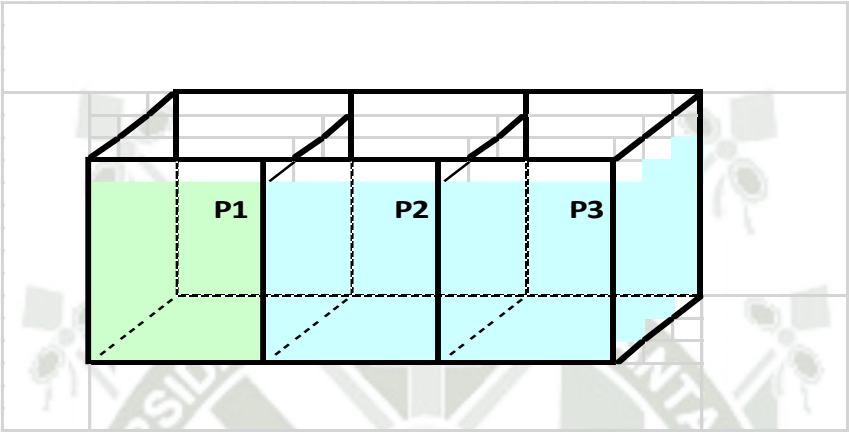
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

secundarios una poza de sedimentación con 3 compartimentos, cuyo paso de flujo es por nivel o altura interior en cada poza.

Figura 25

Tanque sedimentador.



Nota: 3 pozas de sedimentación.

2.5.2. Aditivos químicos dosificadores.

Cal.

La Cal es una sustancia alcalina constituida por óxido de calcio (CaO), de color blanco.es un excelente neutralizador del PH, reduce la oxidación y aclara el agua.

Se utiliza para tratar el agua y/o condensado, eliminando la turbiedad y las impurezas, protege y mejora la calidad del agua, limpiándola y anulando la acidez. La hoja técnica de la Cal se encuentra en el anexo 1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 26

Cal.

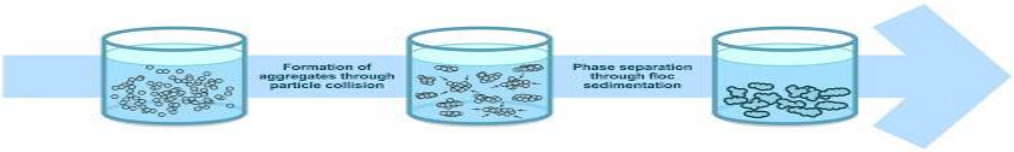
Nota: Cal de color blanco.

Coagulante.

Los coagulantes son productos químicos que al adicionar al agua o condensado son capaces de producir una reacción química con los componentes químicos del agua o condensado. La coagulación es un proceso que permite incrementar la tendencia de las partículas de agregarse una a otras para formar partículas mayores y así precipitar más rápidamente. Los coagulantes son agentes que ayudan a la precipitación. Para una mejor mezcla del coagulante con el condensado se utiliza los mezcladores estáticos. Hoja técnica de coagulante 76025 se encuentra en el anexo 2.

Figura 27

Coagulante.



Nota: Al agregar el coagulante se forma partículas mayores que precipitan. Tomado de Pérez y Urrea (2020).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

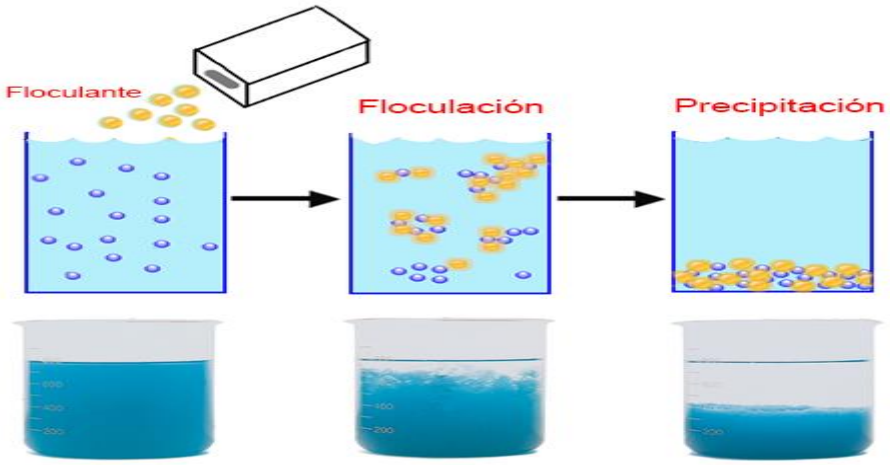
Floculante.

Del latín floculare = hacer grumo o floculo.

Floculación consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados, con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesario para sedimentar con facilidad. La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos: un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerzas óptimas. La hoja técnica del floculante 880D se encuentra en el anexo 3.

Figura 28

Floculante.



Nota: Al agregar floculante, se forman flocs y precipitan. Tomado de rheonics (2013).

2.5.3. Filtros.

Filtro de grava.

Se denomina grava a las rocas sedimentarias detríticas producto de la división natural o artificial de otras rocas y minerales. La grava mide entre 2 a 64 mm de diámetro y su

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

composición química es variada. Está constituida principalmente por rocas ricas en cuarzo y cuarcita.

Figura 29

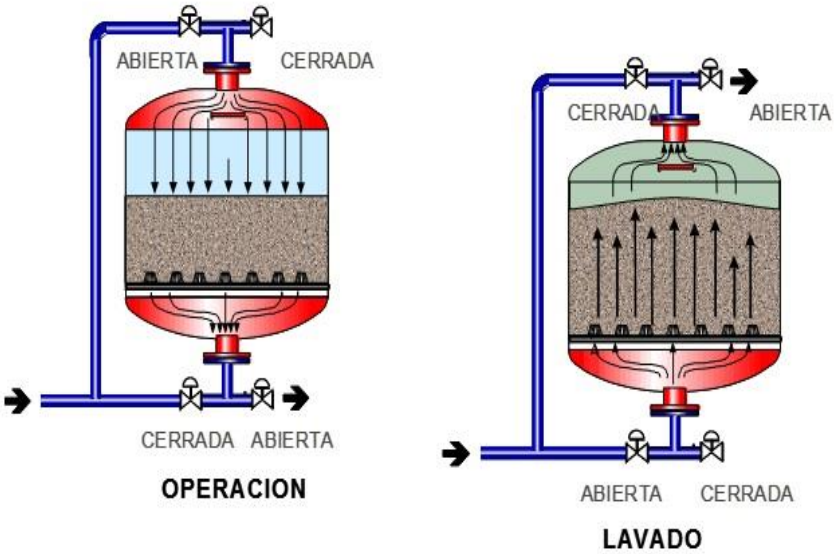
Grava.

Nota: Grava de diferentes tamaños. Tomado de Dangol y Spuhler (2018).

El filtro grava es utilizado para remover los sólidos suspendidos. El filtro cuenta con una placa de difusión que sirve para el ingreso homogéneo del condensado o agua. En la parte inferior esta la grava.

Figura 30

Filtro de grava.



Nota: Tanque en su interior está la grava para el filtrado. Tomado de Dangol y Spuhler (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Filtro de carbón activado.

El carbón activado es un material natural que con millones de agujeros microscópicos que atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes. Se diseña normalmente para retener sustancias generadoras del malos olores y sabores en el agua o condensado, materia orgánica etc. Sin alterar la composición original del condensado o agua. Una de las propiedades del carbón activado es su alta capacidad de adsorción, lo que permite remover contaminantes orgánicos por adsorción. La adsorción es un proceso donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua. En este proceso el carbón activado es el sólido.

Tabla 9

Característica del carbón activado.

PROPIEDAD	**CARBON**	
	GRANULAR	**POLVO**
Tamaño de la partícula	0.5 – 4 mm	1 – 100 um
Porosidad interna	300 – 1,500 nm3/gr	
Área Superficial	500 - 1,500 m2/gr	

Nota: Característica física del carbón activado. Tomado de Carbotecnia (2023).

La determinación de la distribución de los tamaños de los poros es una forma extremadamente útil de conocer el comportamiento del material.

Los macroporos son la vía de entrada al carbón activado, los mesoporos realizan el transporte y los microporos la adsorción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 10

Tamaño de los poros del carbón activado.

ESTRUCTURA DEL CARBON	RADIO DE PORO
Macroporos	**25 nm**
Mesoporos	**1 nm < rp > 25 nm**
Microporos	**< 1nm**

Nota: Tamaño de carbón activado. Tomado de Carbotecnia (2023).

2.5.4. Ablandadores de agua.

Ablandador.

Son equipos diseñados para:

Remover la dureza (calcio, magnesio) del agua y otros minerales del agua, evitando así mucho de los problemas del agua dura que se reflejan en el ahorro significativo de energía, agua, vida útil de las tuberías y maquinaria.

Eliminar ácidos orgánicos en el agua, sulfatos, nitratos, cloruros.

El equipo de ablandamiento de agua es un proceso que se fundamenta específicamente en el intercambio iónico.

- **Principio de ablandamiento de aguas.**

Una resina de intercambio iónico es una partícula sólida porosa que contiene grupos iónicos fijos, cargados positiva o negativamente y de un número igual de iones intercambiables que están dotados de carga eléctrica opuesta a la del grupo iónico activo.

Cuando la resina entra en contacto con el agua que contiene iones de la misma carga que los iones intercambiables de la resina, empieza el intercambio hasta que se alcanza el equilibrio**.**

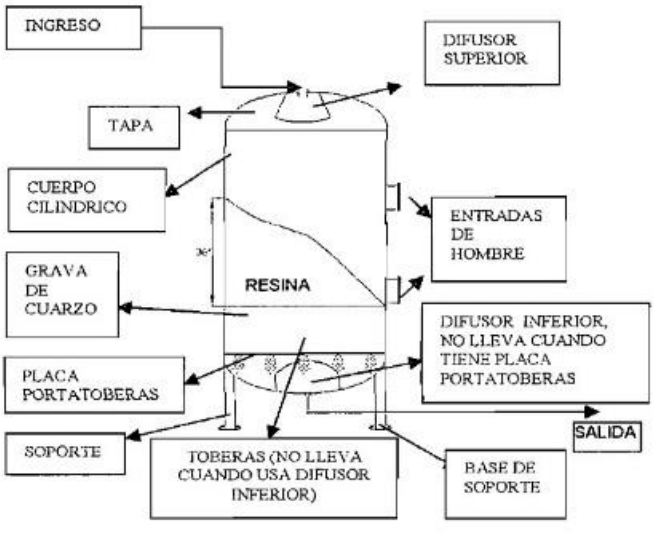
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 31

Partes del ablandador.



Nota: Estructura de un ablandador. Tomado de Aquaclean (2018).

Resina

Resina es un polímero compuesto de un número elevado de moléculas repetitivas enlazadas. Las resinas de intercambio iónico son un medio de tratamiento de agua. Pueden ser de tres clases: resina catiónica usada para descalcificar, para reducir la dureza; resina aniónica para eliminar los nitratos, ácidos orgánicos, resina mixta para reducir la salinidad del agua. Las resinas catiónicas previamente cargadas con sodio (Na) se utilizan para intercambiar el sodio (Na) por el calcio (Ca) y magnesio (Mg) del agua.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

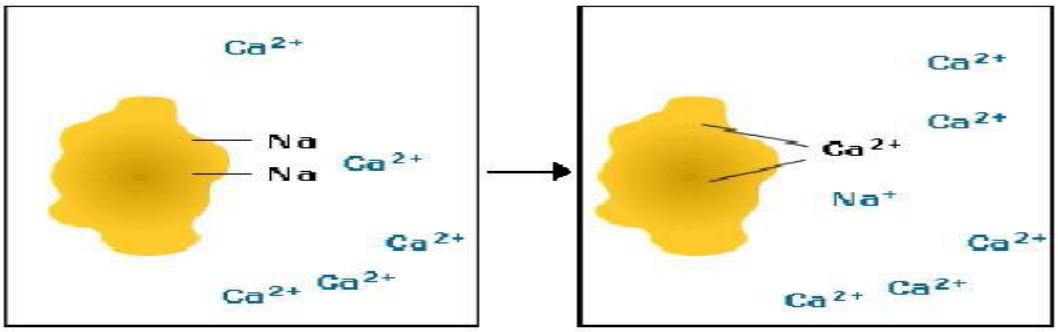
Figura 32

Resina.

Nota: Resina de color café claro. Tomado de Sybron Chemicals Inc. Tomado de Aquaclean (2018).

Figura 33

Intercambio iónico de la resina.



Nota: Intercambio de los iones sodio y calcio. Tomado de Reyna (2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Características de la resina.**

Tabla 11

Resina Catiónica Ionac C 249.

CARACTERISTICAS	TIPO
Estructura polimérica	Divinil Estireno.
Forma física	Esferas color marrón translucido.
Forma iónica con la que se empaca	Sódica. Na
Tamaño de malla. Estándar húmedo	0.4 – 1.25 mm
Capacidad de Intercambio máximo.	1.9 eq/L
Ganancia máxima de volumen (Na,H)	7 %
Retención de agua	45 – 48%
Rango PH	0 – 14
Solubilidad	Insolubles a solventes comunes

Nota: Características y propiedades de la resina. Tomado de Sybron Chemicals Inc. (2018).

2.5.5. Mezcladores estáticos.

Los mezcladores estáticos son aquellos que no necesitan de algún elemento mecánico externo para llevar a cabo el mezclado, únicamente se valen de las propiedades de flujo como son la presión y la velocidad para lograrlo. Los mezcladores estáticos proveen de un mejor control de la velocidad de disolución de las corrientes de alimentación con un mínimo de tiempo de residencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 12

Ventajas y desventajas de los mezcladores.

MEZCLADORES ESTATICOS	MEZCLADORES CONVENCIONALES
Requiere poco espacio	Gran requerimiento de espacio.
Bajo costo del equipo	Elevado costo del equipo.
No se requieren algún poder adicional. Inercial	Elevado consumo de energía
No hay partes móviles.	Se debe accionar y sellar.
Pequeñas bridas para sellar.	Bridas más pequeñas y más difíciles de sellar.
Su período de mezclado es corto	Tiempos largos de mezclados.
Se aproxima a flujo de pistón.	Distribución exponencial de tiempo de mezclado.
Buen mezclado en bajas velocidades.	Altas velocidades cortantes pueden dañar los muy materiales.
Rápidos cambios de grado	Los cambios del producto de mezclado pueden generar desgaste.
Auto-limpieza, mezcladores intercambiables.	Recipientes grandes que limpiar.

Nota: Comparación de mezcladores estáticos y convencionales. Tomado de Theron y Sauze (2011).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

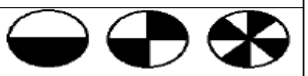
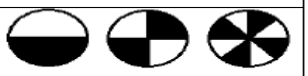
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Clases de mezcladores estáticos.

Figura 34

Diferentes fabricantes de mezcladores estáticos.

Compañía fabricante	Modelo característico	País Fabricante	Mezclador	Vista seccionada de como realiza los cortes cada mezclador
Westfall	3050 Ultralow headloss otros modelos 2900, 2850, 28000	USA		
Sulzer	Tipo SMX, SMV, SMI	Winterthur Switzerland		
Koflow	Serie 275, Serie 276	Illinois Chicago	No disponible	
Kenics	KM, KMS, HEVMixers	Dayton Ohio		
Komax	Serie A, Serie M	Huntington beach California		
TPX	TPX static inline mixer	Gatwick United Kingdom		
Euromixer Primix ISG	Modelos varios no especificados	UK, Netherlands	No disponible	

Nota: Diferentes mezcladores estáticos. Tomado de Theron y Sauze (2011).

2.5.6. Tuberías.

Tubos.

Tubo es un cilindro hueco de sección circular y diámetro interno constante y abierto por ambos extremos, que se utiliza en distintas aplicaciones, comúnmente utilizado para transportar un fluido y si es necesario en diferentes condiciones. Este tubo puede tener algunas especificaciones como material, diámetro, espesor de pared etc. Estas especificaciones pueden dar seguridad al transporte de los fluidos. Para poder transportar los fluidos de un lugar a otro es necesario contar con un sistema de tubos y accesorios, este sistema hará más sencillo el transporte de fluidos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tubería.

La tubería es un ensamble de tubos y componentes de tubería como bridas, accesorios, pernos, juntas, válvulas, usadas para transportar, distribuir, mezclar, separar, descargar, medir, controlar o repulsar los flujos de un fluido. Estas tuberías son de material, diámetro y longitud variable. Las tuberías de sección circular son las más frecuentes, ya que ofrecen mayor resistencia estructural y mayor sección transversal. Las tuberías se identifican por su diámetro externo y su espesor; el espesor de una tubería se expresa por el número de la cédula. Existe una equivalencia entre el número de la cédula y la terminología de peso standar. Por ejemplo, la cedula 40 es igual peso standar (S), cedula 80 es igual a peso extrafuerte (XS), cédula 160 equivale al peso doble extrafuerte (XXS), y cada número de cédula tiene un valor referido a la carga que pueda soportar.

- **Fluido.**

Un fluido es una sustancia que se diferencia continuamente en el tiempo ante la aplicación de una fuerza o tensión tangencial. Los fluidos se clasifican en Newtonianos y No newtonianos. Los fluidos newtonianos son con viscosidad que las tensiones tangenciales de rozamiento son directamente proporcionales a la divergencia de la velocidad.

- **Número de Reynolds.**

Es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos. El número de Reynolds permite predecir el carácter turbulento o laminar. Si el número de Reynolds es menor de 2200 el flujo será laminar y si es > 2200 el flujo es turbulento.

- **Diagrama de Moody.**

Es la representación gráfica en escala doblemente logarítmica del factor d fricción en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa en la tubería.

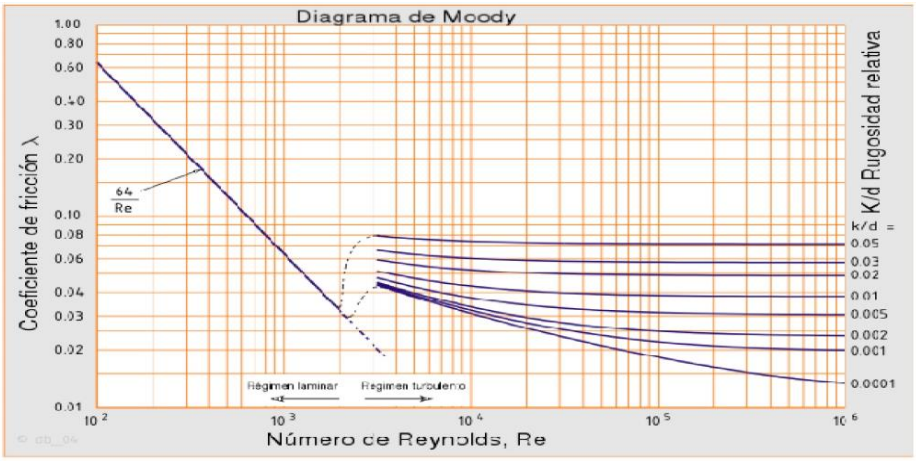
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 35

Diagrama de Moody.



Nota: Diagrama de Moody. Tomado de Abilio (2012)

- **Flujo en tuberías.**

  Algunas características generales del flujo del fluido:

  - Puede ser estacionario o no estacionario.
  - Puede ser compresible o incompresible.
  - Puede ser viscoso o no viscoso.
  - El flujo puede ser rotacional o irrotacional

- **Accesorios de tuberías.**

  Conexiones*:*

  - Niples: Comúnmente en tramos de tubo de no más de 30 cm.
  - Cople. Conexión para unir 2 tramos de tubo, puede ser con extremos de rosca o para soldar.
  - Tee: Elemento en forma de "T" que sirve para hacer una derivación en la tubería principal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Reducción: Conexión utilizada en tuberías de más de 2” de diámetro.
- Codo. Conexión forzada de 45°, 90°, 180° con extremos soldables, roscado.

- **Bridas.**

Sirven de elemento de unión en los casos en los que no se desea una conexión permanente debido a que puede ser necesario desconectar esas uniones para mantenimiento de la línea o de los equipos, sustitución de válvulas.

- **Válvulas.**

Las válvulas regulan y controlan el flujo desde cero, hasta flujo total, pasando por todas las posiciones intermedias, pueden prevenir la inversión del flujo, estas pueden controlar la dirección del flujo. Las válvulas para regular el flujo, también conocidas como bloqueo o cierre, es la de la compuerta, tipo macho y de bola; para servicios de estrangulación se tiene las válvulas de globo, mariposa de diafragma y de compresión, para prevención de flujo inverso se utiliza la retención check.

2.5.7. Bombas.

Bombas.

Una bomba es una máquina generadora que absorbe energía mecánica y la restituye en energía hidráulica al fluido que la transita, desplazando el fluido de un punto a otro. Es usada para mover el líquido a través de un sistema de tuberías y para incrementar la presión del líquido. La energía de entrada a la bomba es usualmente la electricidad usada para mover el motor eléctrico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

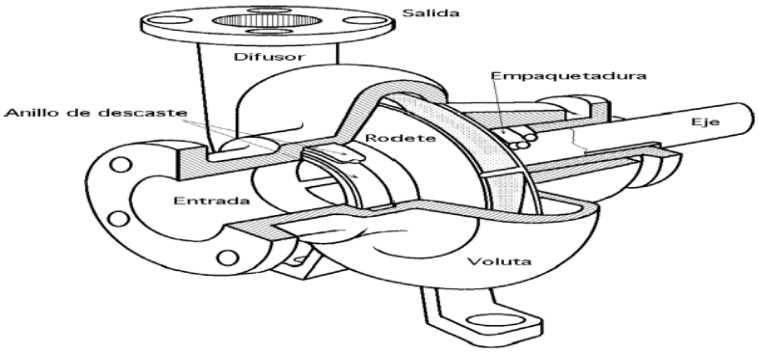
Figura 36

Bomba centrífuga.

Nota: Bomba centrifuga. Tomado de Seguas (2016).

Figura 37

Partes de una bomba centrífuga.



Nota: Partes internas bomba centrifuga. Tomado de Seguas (2016).

Selección de bombas.

Los factores para la selección de una bomba:

- Diagrama de la disposición de la bomba y tubería.
- Determinación de la capacidad.
- Carga dinámica total.
- Condiciones del líquido.
- Elección de la clase y tipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

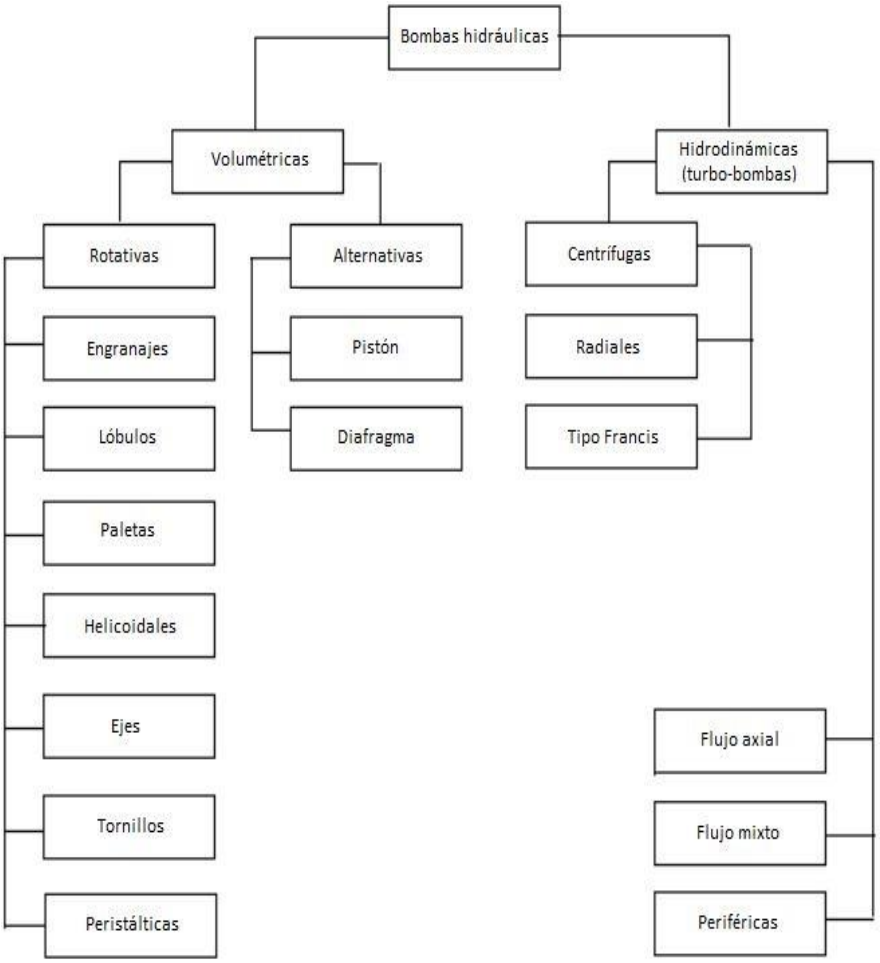
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Especificaciones de la bomba seleccionada.
- Evaluación técnica y comercial.

Figura 38

Diagrama de bloques de los tipos de bombas hidráulicas.



Nota: Diferentes tipos de bombas hidráulicas. Tomado de Salcedo (2011).

2.5.8. Tablero de control.

Tablero de control.

El tablero de control eléctrico es una caja o gabinete que contiene dispositivos de conexión, maniobra, comando, protección, señalización, y medición, para realizar una tarea específica dentro de un sistema de tipo eléctrico**.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

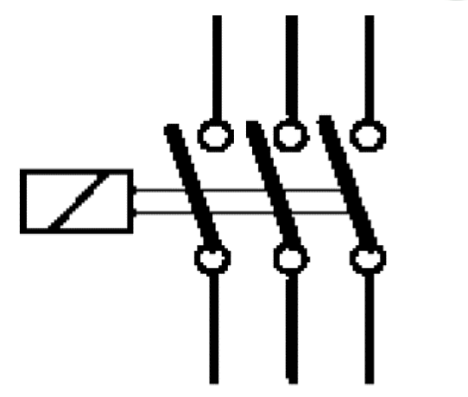
Partes del tablero eléctrico.

Las partes que conforman el tablero eléctrico:

- Contactor: Un contactor es un dispositivo de maniobra automático con poder de corte, es decir, puede cerrar o abrir circuitos con carga o en vacío.

Figura 39

Símbolo contactor.



Nota: símbolo de un contactor.

- Elementos de protección; Son dispositivos cuya finalidad es proteger al motor y el circuito mismo, contra posibles daños producidos especialmente por el paso de intensidades muy altas de corriente.
- Relé: Son dispositivos cuya función principal en el circuito de control es la de activar o desactivar otros aparatos que modifiquen las condiciones del sistema, generalmente actúan sobre los contactores

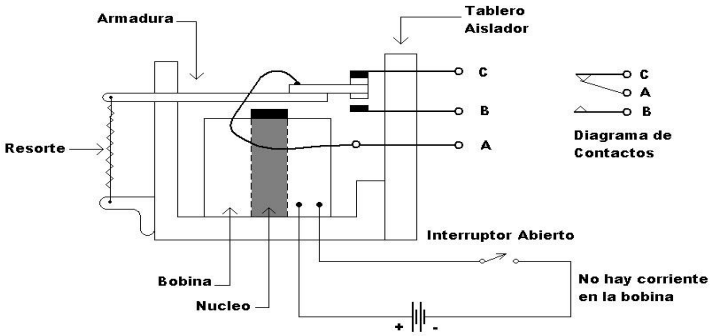
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 40

Relé desactivado.



Nota: componentes de un rele. Tomado de Tolocka (2015)**.**

Guardamotor. Los guardamotores son elementos de protección térmica para los motores que se componen de tres placas bimetálicas (una por fase); sobre las cuales van arrolladas una serie de espiras de hilo de aleación especial (calefactor) por las cuales circula la corriente absorbida por el motor.

Figura 41

Guardamotor.

Nota: foto de un guardamotor. Tomado de Tolocka (2015)**.**

Elementos de señalización: Son todos aquellos dispositivos cuya función es llamar la atención sobre el correcto funcionamiento, o paros anormales de las máquinas, aumentado así la seguridad del personal y facilitando el control y mantenimiento de los equipos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Paradas de emergencia: Son dispositivos de activación y desactivación mecánica, cuya función es interrumpir el suministro de energía (corriente eléctrica) y detenerlos equipos lo más rápidamente posible.

Transformador de intensidad o de corriente: Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos a medida y otros dispositivos de medida y de control.

Figura 42

Transformador de corriente.

Nota: transformador de corriente. Tomado de Schneider Electric Industries (2019)**.**

2.6. Definición de costos.

2.6.1. Costo para la fabricación de harina de pescado.

Costo de producción.

Son los gastos necesarios para la elaboración de la harina de pescado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Materiales e insumos en la elaboración de harina de pescado de costos variables y fijos.

- Materiales directos:
  - Toneladas de materia prima recibida de las embarcaciones pesqueras para el procesamiento de la harina de pescado.
  - Costo de la operación de descarga de la materia prima de Chata ubicada en mar a la planta en tierra.
  - Costo de supervisión de inspectores contratados por el Ministerio de la Producción para hacer cumplir con las normas de recepción de la materia prima.
  - Número de sacos de polietileno utilizado para el envase de la harina de 50 kg.
  - Peso de hilos para el cocido y cierre de los sacos de harina de pescado.
  - Peso de antioxidante etoxiquina utilizado en la dosificación directa a la harina de pescado.
- Mano de obra:
  - Jornales de personal obrero de planta.
  - Sueldos de personal empleado de planta.
  - Primas de Producción de personal funcionario de planta.
- Gastos de personal eventual.
- Honorarios profesionales.

Gastos de fabricación:

Galones de petróleo R-500 utilizados en las calderas para la generación de vapor y calentamiento de líquidos.

Galones de petróleo diésel utilizados en los grupos electrógenos el cual generan la electricidad (utilizado en emergencias cuando existe corte de luz y/o algún incidente).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Kw de energía de electricidad comprada.

Metros cúbicos de agua comprados de la empresa SEDAPAR.

Aditivos utilizados en el tratamiento de agua.

Insumos utilizados en la limpieza química de equipos de planta.

Preservantes y enzimas utilizados cuando es necesario.

Materiales e insumos de laboratorio utilizados en los diferentes análisis del proceso productivo.

Insumos y materiales de saneamiento utilizados en la desinfección y desinsectación en los diferentes partes de la planta.

Otros gastos directos:

- Ensaque de arrume y transporte realizado por personal tercero.
- Mantenimiento.
- Gastos administrativos.

Otros gastos:

- Gastos por exportación.
- Gastos financieros.
- Gastos administrativos.
- Bonificación del aceite producido.

2.6.2. Factor P/H.

El factor de conversión P/H, es la cantidad de toneladas de pescado (P) que se utiliza para transformarlo en 1 tonelada de harina de pescado (H). Observemos la tabla 13 de la producción histórica de harina de pescado en el Perú, como mejora el P/H consecuencia de la nueva tecnología instalada, capacitación constante del personal y buena gestión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 13

Factor conversión Pescado/Harina. P/H.

AÑOS PRODUCCION HARINA	FACTOR P/H
1951 a 1960	5.83
1961 a 1970	5.55
1971 a 1980	4.71
1981 a 1990	5.05
1991 a 2000	4.61
2001 a 2010	5.02
2011 a 2020	4.25

Nota: Cuadro histórico del factor proceso de harina de pescado.

2.6.3. Costo de fabricación de planta tratamiento de condensados.

Costo de diseño e ingeniería.

Es el costo a la gestión del proyecto para la instalación de planta de tratamiento de condensados secundarios. Se considera en el costo de diseño e ingeniería, la recopilación de datos de la tecnología, el desarrollo de los cálculos de diseño, la elaboración de planos.

Costo de materiales para la fabricación.

Son conjunto de elementos que se necesitan para fabricar. Se considera el costo de los materiales utilizados en la construcción de tanques, filtros, equipos y componentes.

Fabricación y montaje.

Se considera los costos de soldadura, mecanizados, pintado de equipos y maniobra de montaje.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE HARINA DE PESCADO.

3.1. Situación actual.

El Perú cuenta con una ubicación geográfica estratégica para el desarrollo de la industria, tiene una gran diversidad de especies marinas y abundancia de dichos recursos marinos entre los que destaca la anchoveta, la cual es extraída para el consumo humano indirecto, puesto que actualmente es el único insumo que se utiliza para la producción de harina y aceite de pescado.

El sector pesquero se ubica dentro del grupo de las cuatro actividades económicas con mayores ingresos de divisas del país, según el Banco de Reserva del Perú. Representa aproximadamente el 7% de las exportaciones peruanas. Ante la situación de la pandemia de la COVID 19, se ha experimentado momentos de impacto económico en los primeros meses del año 2020, pero gracias a la biomasa en los meses de noviembre y diciembre del 2020 se recuperó la industria pesquera incrementando la producción de harina de pescado en el Perú del 28.99 % con respecto al año 2019 (ver tabla 14).

3.1.1. Plantas pesqueras en el Perú.

El Perú es el primer exportador de harina y aceite de pescado a nivel mundial, cuenta a su favor con condiciones geográficas únicas debido a las corrientes de Humboldt, con un extenso litoral pesquero (mayor a 3,000 km) y una biomasa altamente reconocida por su calidad y diversidad. La harina de pescado peruana se obtiene a partir de la "anchoveta" (Engraulis ringens), pez pelágico pequeño que habita las aguas frías de la corriente de Humboldt y se distribuye a manera de dos unidades poblacionales: stock Norte- Centro (desde Paita, Piura hasta San Juan de Marcona – Ica) y stock Sur (desde Chala – Arequipa hasta el norte de Chile). La industria de harina

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

y aceite de pescado en el Perú tiene su mayor concentración en la región Ancash, en donde predomina la pesca industrial para consumo humano indirecto. Actualmente se tiene las siguientes industrias de harina de pescado de calidad (prime) con licencia vigente en el Perú.

Tabla 14

Listado de empresas pesqueras de harina de pescado en Perú.

EMPRESA	CAPACIDAD	UBICACIÓN		
	TON/H	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
AUSTRAL GROUP S.A.	45	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
	100	PACOCHA	ILO	MOQUEGUA
	120	PARACAS	PISCO	ICA
	100	CHANCAY	HUARAL	LIMA
	160	COISHCO	SANTA	ANCASH
COMPAÑÍA PESQUERA PACÍFICO DEL CENTRO	80	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	90	SUPE	BARRANCA	LIMA
CONSERVERA DE LAS AMÉRICAS	84	PAITA	PAITA	PIURA
CFG INVESTMENT S.A.C	60	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	110	PARACAS	PISCO	ICA
	177	TAMBO DE MORA	CHINCHA	ICA
	80	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
	145	OCOÑA	CAMANA	AREQUIPA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CORPORACIÓN DEL MAR S.A.	50	TAMBO DE MORA	CHINCHA	ICA
CORPORACIÓN PESQUERA 1313 S.A.	184	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
CORPORACIÓN PESQUERA INCA S.A.C	159	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	90	ILO	ILO	MOQUEGUA
	50	HUARMEY	HUARMEY	ANCASH
	80	COMDTE NOEL	CASMA	ANCASH
	168	CHANCAY	HUARAL	LIMA
	50	SECHURA	SECHURA	PIURA
	35	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	250	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
INVERSION OSLO S.A.C	50	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
PESQUERA CAPRICORNIO S.A.	30	CALLAO	CALLAO	CALLAO
PESQUERA CANTABRIA	76	COISHCO	SANTA	ANCASH
PESQUERA CARAL S.A.	50	CHANCAY	HUARAL	LIMA
PESQUERA CENTINELA S.A.C	85	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	50	SUPE	BARRANCA	LIMA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	60	CHANCAY	HUARAL	LIMA
PESQUERA CAMPOS.	50	CARQUIN	HUAURA	LIMA
PESQUERA DIAMANTE S.A.	196	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
	175	CALLAO	CALLAO	CALLAO
	190	SUPE	BARRANCA	LIMA
	80	MOLLENDO	ISLAY	AREQUIPA
	178	PARACAS	PISCO	ICA
PESQUERA EXALMAR S.A.	100	TAMBO DE MORA	CHINCHA	ICA
	60	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
	90	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	50	CALLAO	CALLAO	CALLAO
	84	CARQUIN	HUAURA	LIMA
PESQUERA HAYDUK S.A.	40	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
	120	VEGUETA	HUAURA	LIMA
	78	ILO	ILO	MOQUEGUA
	133	COISHCO	SANTA	ANCASH
	180	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
PESQUERA JADA S.A.	30	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
PESQUERA PELAYO	92	SUPE	BARRANCA	LIMA
PESQUERA SANTA ENMA S.A	50	PAITA	PAITA	PIURA
PROCESADORA DE	50	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PRODUCTOS MARINOS	40	ILO	ILO	MOQUEGUA
	45	HUACHO	HUAURA	LIMA
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS S.A.	226	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH
	138	ILO	ILO	MOQUEGUA
	214	RAZURI	ASCOPE	LA LIBERTAD
	251	CALLAO	CALLAO	CALLAO
	50	SECHURA	SECHURA	PIURA
	140	MATARANI	ISLAY	AREQUIPA
	139	PARACAS	PISCO	ICA
	100	PAITA	PAITA	PIURA
	80	SUPE	BARRANCA	LIMA
	100	PARACAS	PISCO	ICA
	140	ATICO	CARAVELI	AREQUIPA
	140	VEGUETA	HUAURA	LIMA
	60	SAMANCO	SANTA	ANCASH
TRIARC S.A	68	QUILCA	CAMANA	AREQUIPA
VLACAR S.A.	90	CHIMBOTE	SANTA	ANCASH

Nota: Empresas pesqueras instaladas en el Perú. Tomado de Ministerio de Producción (2021).

3.1.2. Plantas pesqueras en la región Arequipa.

En la región Arequipa, se tiene instalado 6 plantas pesqueras de fabricación de harina y aceite de pescado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 15

Capacidad plantas pesqueras – región Arequipa.

UBICACIÓN PLANTA	PESQUERA	CAPACIDAD INSTALADA (Ton/hr)
Mollendo	Diamante	80
Matarani	Tasa	140
La Planchada	CFG	145
Ático	Tasa	140
Camaná	Natalia	50
Quilca	Centinela	50

Nota: Capacidad instalada de procesamiento de anchoveta. Tomado de Ministerio Producción (2021).

Actualmente las plantas pesquera Natalia y pesquera Centinela se encuentran inoperativas, por lo que no reciben materia prima para la fabrican de harina de pescado.

Producción de plantas pesqueras de región Arequipa.

En la tabla 16, observamos lo siguiente:

La mayor concentración de materia prima o pescado recibido fue en la zona litoral del puerto de Mollendo y Matarani. El factor de conversión Pescado/Harina (P/H), el mayor de 4.92 (Pesquera CFG) y el menor de 4.06 (Pesquera TASA).

El año 2,020 fue un año atípico. Las plantas pesqueras de la región Arequipa no tuvieron producción de harina de pescado. La producción se concentró en la zona norte del Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 16

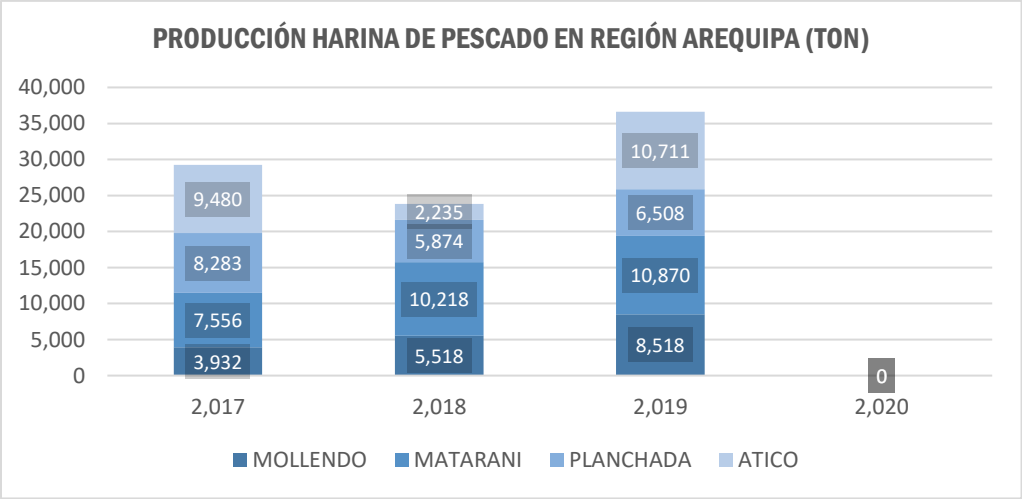
Producción de harina de pescado Arequipa.

AÑO	DIAMANTE MOLLENDO			TASA MATARANI			CFG PLANCHADA			TASA ATICO		
	M.P.	H.P.	P/H	M.P.	H.P.	P/H	M.P.	H.P.	P/H	M.P.	H.P.	P/H
2017	17,380.0	3,932.0	4.42	32,330.3	7,556.4	4,28	40,792.4	8,283.1	4,92	39,118.4	9,479.5	4.13
2018	23,746,2	5,517.8	4.30	42,350.5	10,218.3	4,14	26,298.8	5,874.0	4,48	9,484.9	2,234.5	4.24
2019	37,440.6	8,517.5	4.39	44,170.4	10,869.6	4,06	31,513.9	6,507.8	4,84	43,708.8	10,711.0	4.08
2020	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	

Nota: M.P.=Materia prima; H.P.=Harina de pescado; P/H=factor de conversión; Son actualmente 4 plantas operativas en la producción de Harina de Pescado. Tomado de Ministerio de Producción (2021).

Figura 43

Producción harina pescado región Arequipa.



Nota: El año 2019 en la región Arequipa fue la de mayor producción de harina de pescado. Tomado de Ministerio de Producción (2021).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

P/H en región Arequipa

Observando la tabla 17, el factor de conversión tons de pescado para producir 1 toneladas de harina de pescado (P/H) en la región Arequipa, el mayor fue de 4.43 el año 2017 y el menor de 4.27 el año 2018.

Tabla 17

Producción anual de harina de pescado (Ton)- Arequipa.

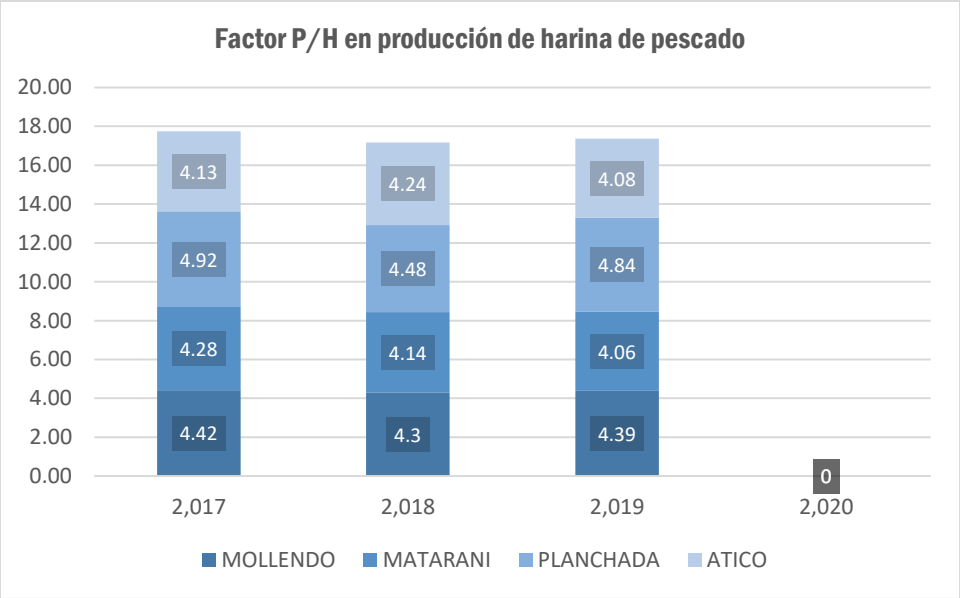
Año	Materia Prima	Harina producida	Factor P/H
2,017	129,621.3	29,251.2	4.43
2,018	101,880.4	23,844.6	4.27
2,019	156,842.7	36,605.9	4.28
2,020	0.0	0.0	

Nota: Tomado de Ministerio Producción (2021).

El año 2020 no hubo recepción de materia prima.

Figura 44

Factor P/H producción harina pescado – Arequipa.



Nota: El mejor factor P/H fue de 4.06. Tomado de Ministerio Producción (2021).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Cálculo de capacidad y PH.**
  - **Cálculo de la capacidad instalada.**

Considerando el cuadro 5, se tiene la capacidad instalada en la región Arequipa.

Formula 1

$$x = \sum \frac{\left(\frac{ton}{hr}\right)}{6}$$

$$x = \frac{\frac{605\ ton}{hr}}{6}$$

$$x = 100.8\ \frac{ton}{hr}$$

Cálculo del P/H.

Considerando la figura 44, se tiene el factor P/H en la región Arequipa.

Formula 2

$$x = \sum \frac{M.P.(ton)}{H.P.(ton)}$$

$$x = \frac{388\ 344.4\ ton}{89\ 701.7\ ton}$$

$$x = 4.33$$

Para los cálculos de caudal de producción de condensados secundarios y los costos diarios de producción de harina de pescado, consideramos una capacidad instalada de $100\ \frac{ton}{hr}$ y un factor $\frac{P}{H}$ de 4.33.

3.1.3. Planta Mollendo.

Con el universo de las plantas pesqueras instaladas en la región Arequipa, se considera los datos estadísticos e indicadores y para la parte experimental se considera la planta ubicada en el puerto de Mollendo, provincia de Islay.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

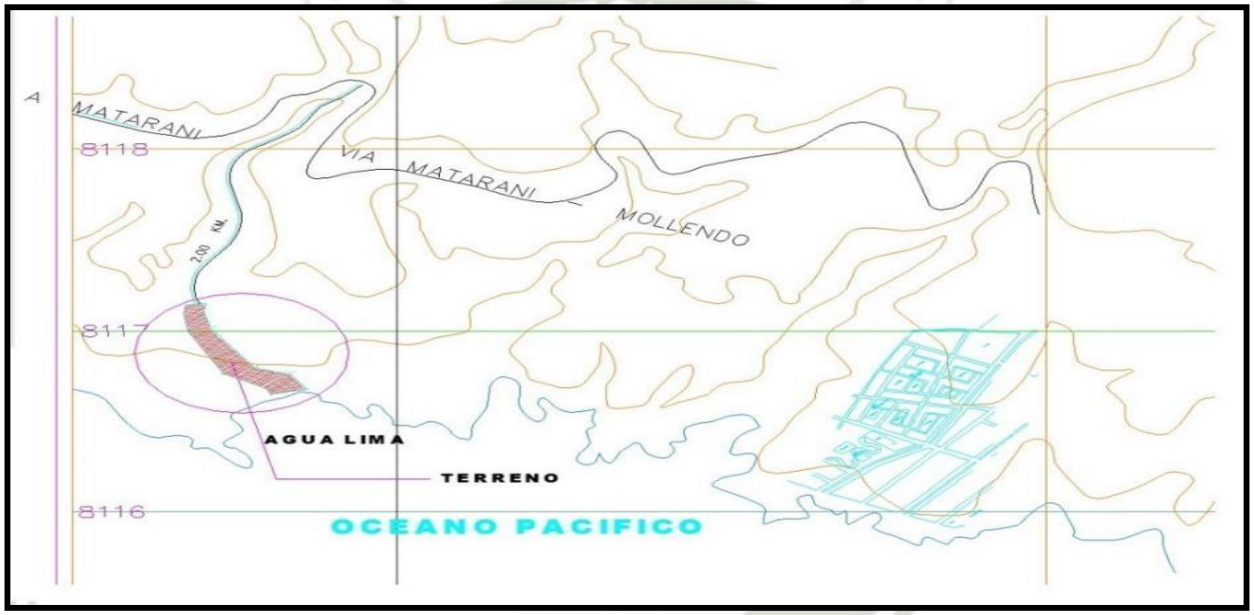
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ubicación.

Planta Mollendo (Pesquera Diamante S.A), está ubicada en distrito de Mollendo, provincia de Islay, a la altura del Km 6.5 de la carretera de Mollendo a Matarani, región de Arequipa, al sur del litoral peruano en la Longitud 72° 00.8’ W y Latitud 17° 01.5’ S, a una altitud de 85 m s n m.

Figura 45

Ubicación planta Mollendo.



Nota: Ubicación en la zona sombreada. Tomado de google earth (2022).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

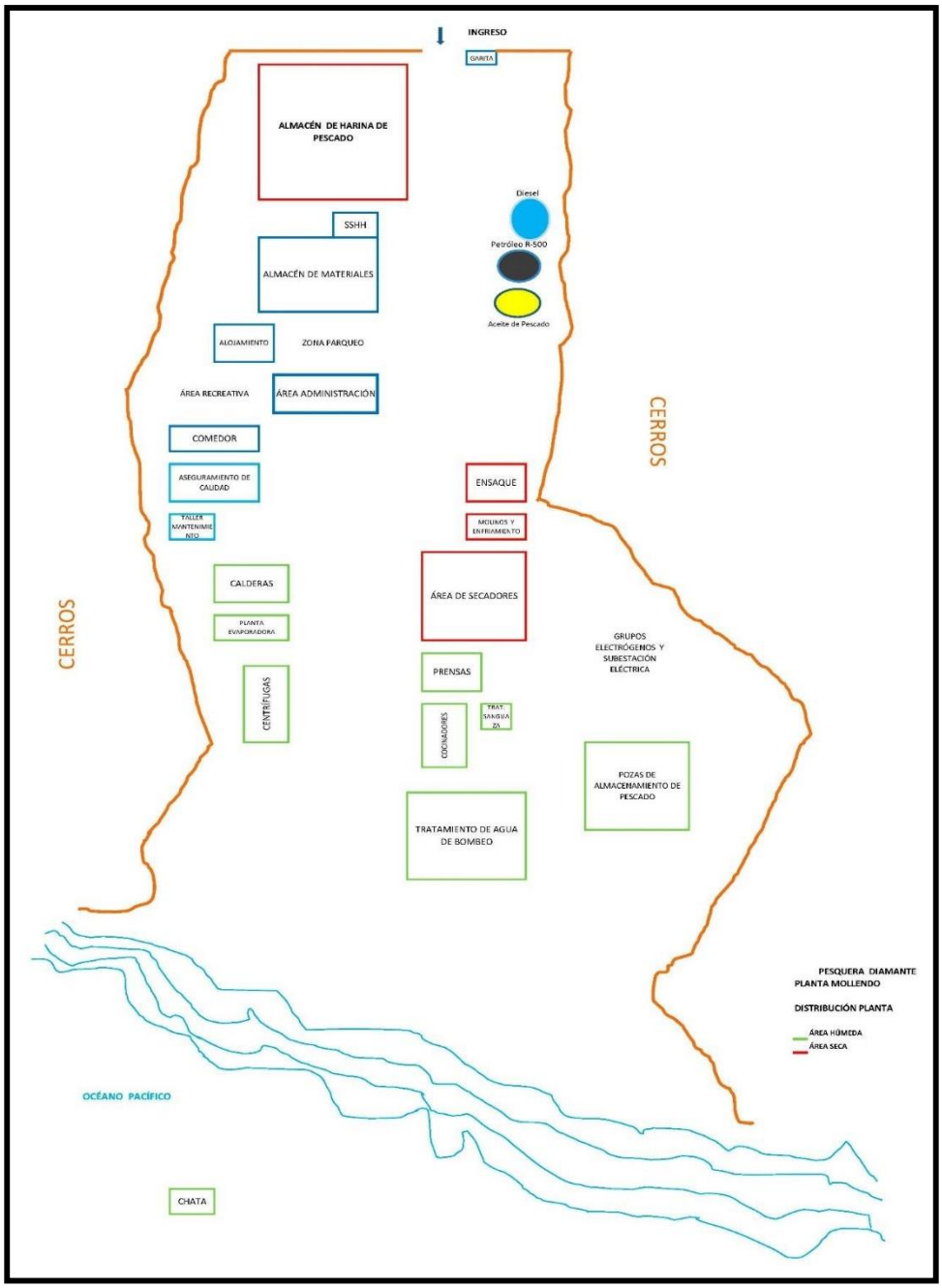
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Distribución de planta.

Figura 46

Distribución de planta Mollendo.



Nota: Vista de planta de planta pesquera Mollendo.

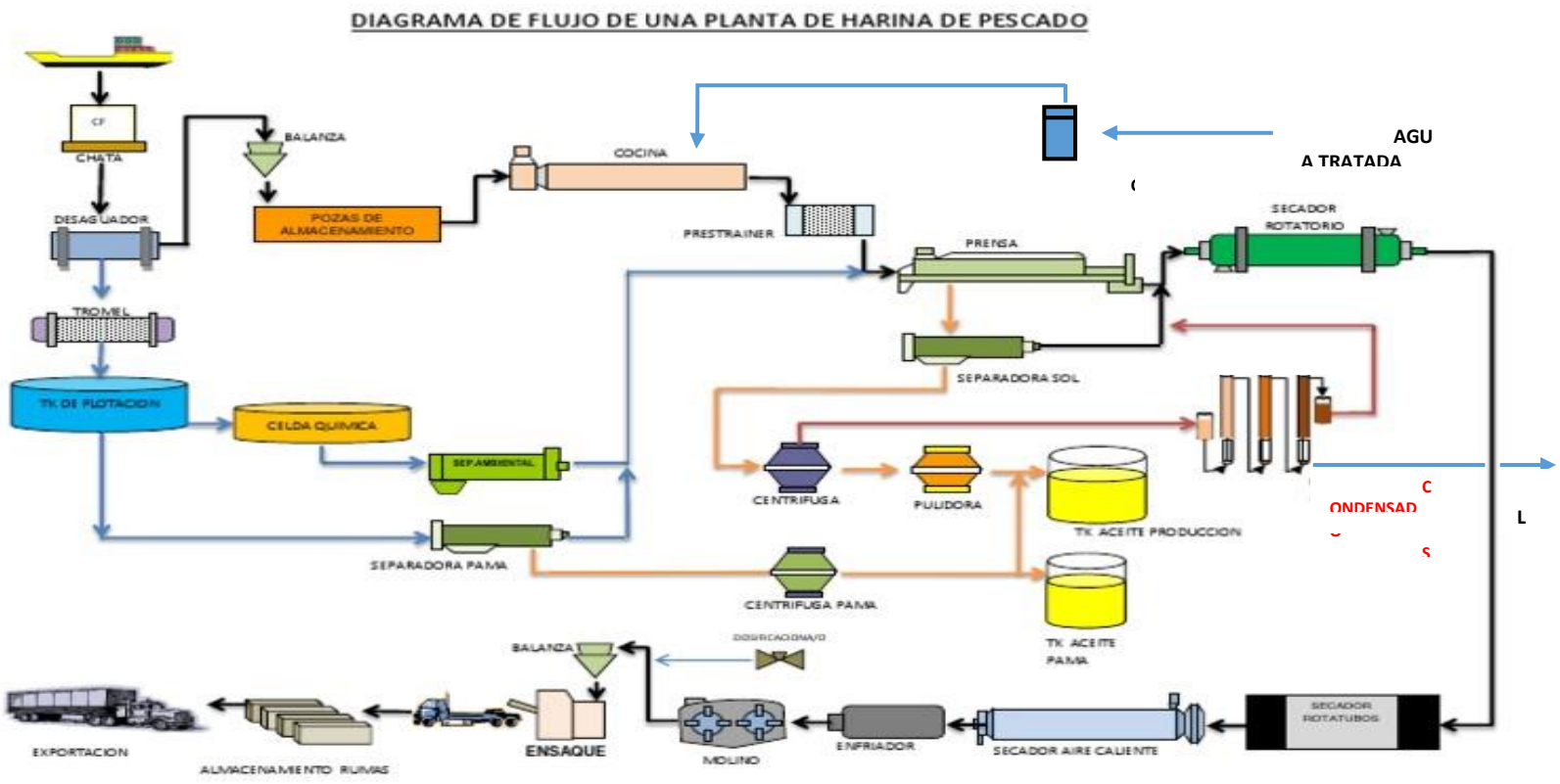
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 47

Diagrama de flujo de planta de harina de pescado.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

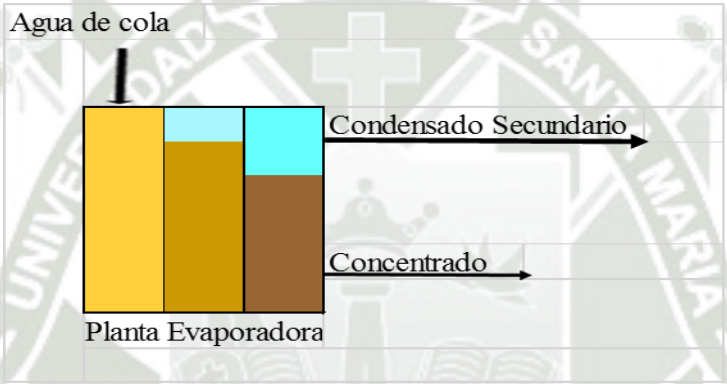
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.2.1. Planta evaporadora.

El agua de cola es alimentada a la planta evaporadora de película descendente, la alimentación es por la parte superior del efecto 3, durante el descenso el agua de cola ebulle evaporándose agua y concentrándose los sólidos. La calefacción del primer efecto se realiza con vahos provenientes del secador con lo que se consigue un ahorro significativo de energía calorífica. El soluble concentrado puede llegar hasta 40 %.

Figura 48

Flujo de condensado secundario o agua pescado de planta evaporadora.



Nota: El condensado secundario es eliminado al mar.

Control planta evaporadora.

Objetivo: Se establece un procedimiento que asegure la correcta operación de los equipos de evaporación para que nos garantice un eficiente sistema de concentración del agua de cola proveniente de las centrifugas.

Alcance: Comprende la planta evaporadora de película descendente. Esta área también comprende los tanques de: agua de cola, concentrado, soda concentrada, soda diluida.

Puntos de control:

- Control de presión de vapor en el efecto 1.
- Control de temperatura del efecto 1, efecto 2 y efecto 3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

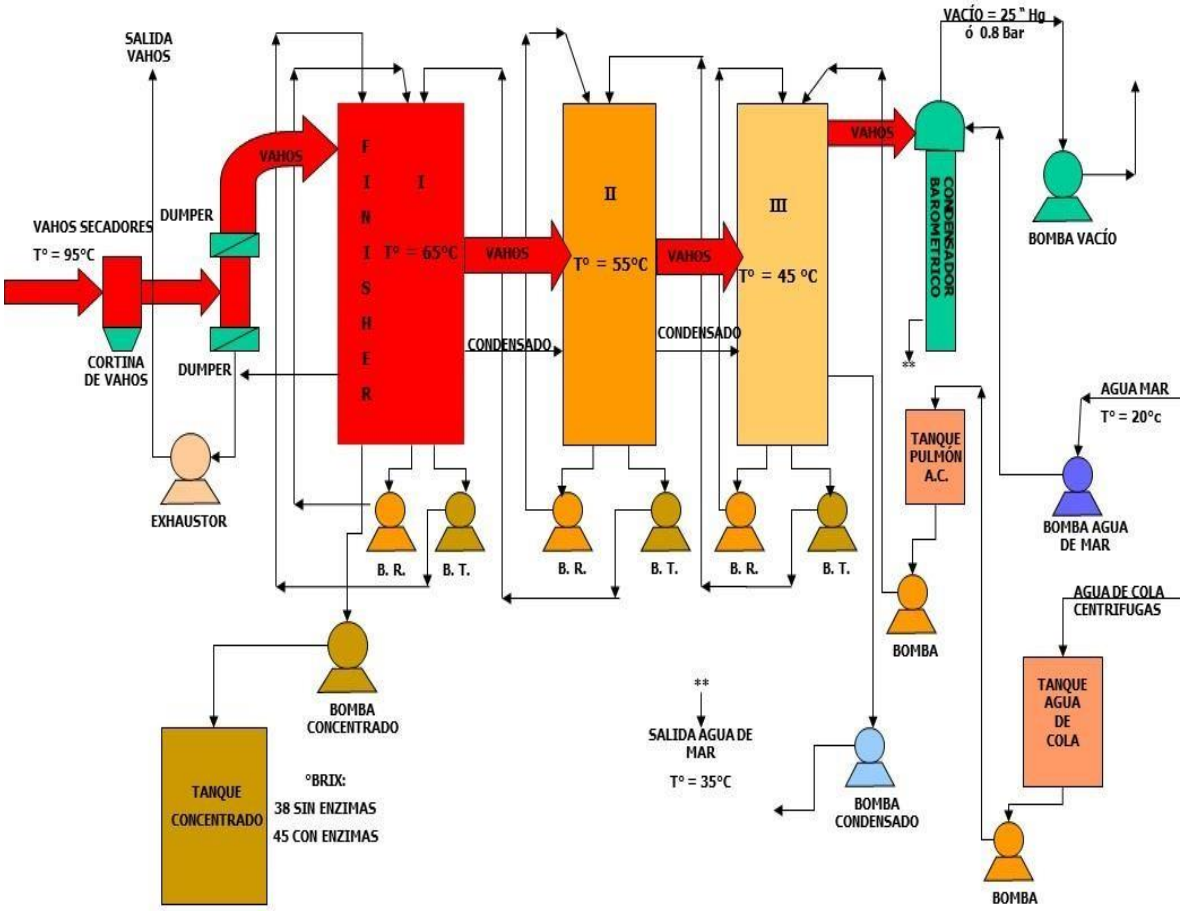
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Control de temperatura de salida del pre calentador
- Control de temperatura de agua de mar de ingreso al condensador
- Control de temperatura de agua de mar de salida del condensador
- Control de vacío
- Control de Brix del concentrado

Figura 49

Planta evaporadora - Planta Mollendo.



Nota: Flujo en planta evaporadora, el concentrado es bombeado a los secadores y el condensado secundario es bombeado al mar, se elimina.

En la etapa de operación de la planta evaporadora durante el proceso de producción de harina de pescado se tiene:

Las plantas pesqueras cuentan con el control de los parámetros de proceso en la planta evaporadora, como presión, temperatura, °Brix o % de sólidos (Tabla 18). El

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

objetivo es obtener un concentrado o soluble de calidad el cual es bombeado a los secadores e integrarse en la obtención de la harina de pescado. Las plantas pesqueras no cuentan con el control de los condensados generados en la planta evaporadora, ya que son directamente eliminados al mar. Estos condensados secundarios son aguas destiladas no veo la razón de desperdiciarlo.

Tabla 18

Control de proceso de la planta evaporadora.

CONTROL DE PROCESO DE LA PLANTA EVAPORADORA																	
PD06-SOP-AC-F-07																	
CONTROLES						HORA										PROM
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
PAC - PELICULAS DESCENDENTES	AGUA DE COLA INGRESO		°Brix			8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8
			T	°C		90	90	92	92	90	90	92	90	92	90	91
			% Grasa			0.35	.4	0.3	0.32	0.35	0.33	0.37	0.38	0.4	0.36	0.36
	VAHOS	Ingreso	T1	°C		90	87	88	89	88	90	90	90	90	90	89
		Salida	T2	°C		61	61	60	61	62	61	61	62	60	61	61
	DUMPER	Abertura	%			70	80	80	70	75	70	80	80	70	80	76
	EFECTO N° 1	Temperatura	T3	°C		54	55	54	55	53	54	52	55	55	55	54
		Presión	P1	"Hg		-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24
		Concentrado	°Brix			26	30	28	30	30	32	33	32	30	34	31
	EFECTO N° 2	Temperatura	T4	°C		47	50	48	47	50	50	46	47	50	48	48
		Presión	P2	"Hg		-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26
		Concentrado	°Brix			15	15	15	15	15	15	15	15	15	18	15
	EFECTO N° 3	Temperatura	T5	°C		39	39	38	39	39	38	39	39	39	39	39
		Presión	P3	"Hg		-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27
		Concentrado	°Brix			12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12
	PRESIÓN / VACÍO		"Hg			-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28
	CONDENSADOR	Ingreso	T6	°C		16	16	14	16	16	15	16	16	16	15	16

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UC
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	BAROMÉTRICO	Salida	T7	°C	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
CONCENTRADO PRODUCIDO			°Brix		24	30	24	30	30	30	32	30	32	34	29.6
			%G		1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.8	1.4	1.4	1.9	1.5

Nota: Formato de control en la planta evaporadora. Tomado de Laboratorio de Aseguramiento de Calidad P.D.

3.2.2. Condensado secundario.

En la tabla 19 se tiene los resultados analíticos de los condensados secundarios realizados en laboratorio de planta Mollendo.

Interpretamos lo siguiente:

Los análisis cumplen con los límites máximos permisibles del Decreto Supremo 010-2018 MINAM. La dureza total del condensado es CERO, cumplen con los parámetros de aguas para alimentar a las calderas.

Los condensados secundarios no es recomendable utilizarlos directamente en alimentar a las calderas, se tiene que eliminar las trazas de grasa y el olor, para tener un agua de muy buena calidad y producir un buen vapor de las calderas de las plantas.

Tabla 19

Resultados de análisis condensado secundario.

ANÁLISIS	RESULTADO PROMEDIO	
Solidos totales disueltos (STD)	80 ppm	180 mg/1
PH	7 – 8	7 – 8
Dureza total	0 ppm	0 mg/1
Grasa	8ppm	8 mg/1
Olor	Leve	Leve

Nota: Resultado de la calidad del condensado eliminado al mar. Tomado de Laboratorio de planta Mollendo.

Balance de materia.

Se desarrolló del balance de materia el cual se adjunta en anexo 4 en hojas Excel.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En el desarrollo del balance de materia se considera el proceso de 100 Ton de pescado /hr.

El condensado secundario es el agua de pescado evaporada y luego condensada del agua de cola en los efectos 1 y 2, es agua destilada, clara.

Se produce 7.88 ton/hr en el efecto 1 y 12.14 ton/hr en el efecto 2.

Total, de condensado producido o agua de pescado es de 20.02 ton/hr.

La capacidad de la planta de tratamiento de condensados secundarios es de 20 m3/hr.

Cálculos condensado secundario.

Cálculo del caudal del condensado producido:

Fórmula 3

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

Q = caudal ($\frac{m^3}{hr}$)

V = Volumen (m^3)

t = tiempo. (hr)

Cálculo del volumen:

Fórmula 4

$$V = \frac{m}{d}$$

m = masa

d = densidad (densidad del condensado secundario es $1\frac{g}{ml}$ que es igual a $1\frac{ton}{m^3}$)

$$V = \frac{20.02\ ton}{1\frac{ton}{m^3}}$$

$$V = 20.02\ m^3$$

Reemplazando:

$$Q = \frac{20.02\ m^3}{1\ hr}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$$Q = 20.02\ \frac{m^3}{hr}$$

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

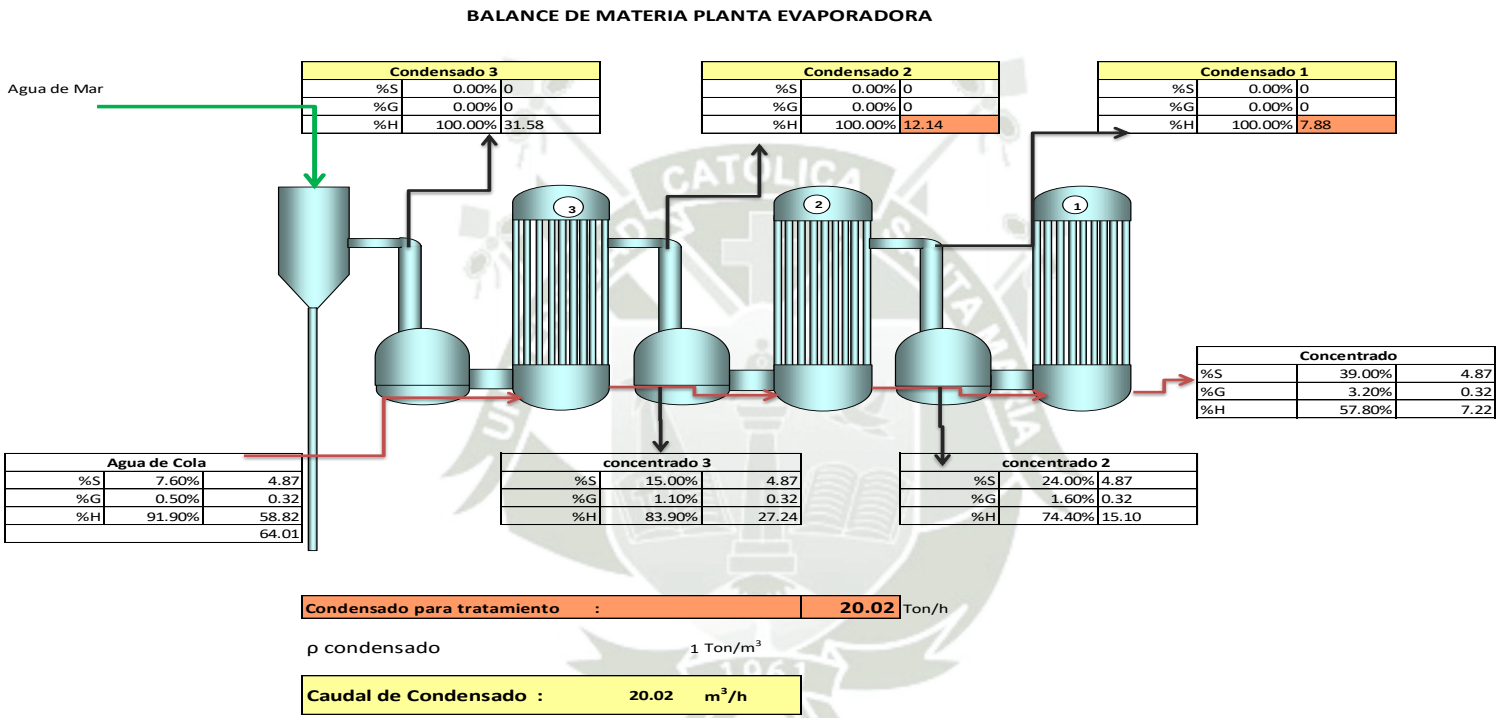
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 50

Balance de materia de planta evaporadora.



Nota: El resultado de condensado secundario de acuerdo al balance de materia de la planta evaporadora es de 20 m3/ hora., el cual es eliminado al mar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.3. Costo.

3.3.1. Indicadores de producción de harina de pescado.

Los indicadores de producción son aquellas variables que ayudan a las empresas pesqueras a identificar y mejorar la eficiencia de los procesos en la fabricación de harina de pescado. “Lo que no se puede medir, no se puede mejorar”.

Tabla 20

Indicadores de producción de harina de pescado.

DESCRIPION DE MATERIALES	U.M.	INDICE U.M./TMH
MATERIALES DIRECTOS		
Supervisión SGS	S/TMP	3.87
Envases sacos de harina	Pz	20.2
Hilo	Kg	0.02
Antioxidante Etoxiquina	ppm	650 - 700
GASTOS DE FABRICACION		
PETROLEO R 500 (Incluye aditivos)		
Petróleo R 500.	Gln	42
Aditivos de petróleo	Gln	0.02
PETROLEO DIESEL (motores, grupos)		
Diésel 2 Grupos Electrógenos	Gln	1
Diésel en chatas	Gln	0.17
ELECTRICIDAD		
Energía eléctrica comprada	Kwh	98
AGUA		
Agua en las calderas	m3	1
ADITIVOS TRATAMIENTO DE AGUA		
Sal Industrial	Kg	2
Inhibidor de corrosión Sulfito Hisa 109	Kg	0.02

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Secuestrante de dureza Hisa 282	Kg	0.01
Inhibidor de corrosión Amina Hisa 102	Kg	0.01
Antiespumante Hisa 1515	Kg	0.009
INSUMOS LIMPIEZA QUIMICA		
Soda Cáustica	Kg	1.5
Potenciador de soda cáustica HISA 603	Kg	0.03
Acido limpieza PAC Acido sulfamico	Kg	0.4
PRESERVANTES Y ENZIMAS		
Preservante de materia prima	Kg	0.1
Preservante de agua de cola (In Amin)	Kg	0.5
Enzimas PAC (Globatzyne 1010)	Kg	0.45
LABORATORIO		
Materiales e insumos de laboratorio	Global	0.5
INSUMOS Y MATERIALES DE SANEAMIENTO		
Desinfectante Salmoban	Kg	0.05
Insumos y materiales de saneamiento	Global	0.6
OTROS GASTOS DIRECTOS		
Servicio de transporte de harina al almacén	S/.	5
Mantenimiento de rumas de harina.	S/.	14

Nota: UM=Unidad de medida; TMH=Tonelada Métrica Harina. Indicadores en la industria pesquera para la producción de una tonelada de harina de pescado. Tomado de Planta de Mollendo.

3.3.2. Costo de producción de harina de pescado.

El costo de producción (costo variable y costo fijos) es el gasto necesario para producir la harina de pescado. Para el cálculo de los costos de producción en la industria pesquera se considera la materia prima o pescado a comprar, la mano de obra directa e indirecta, los gastos de fabricación, los gastos de gestión como gastos por exportación, financieros y administrativos. Asimismo, se considera los indicadores de producción, la capacidad de proceso y P/H.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los costos de producción constituyen una información clave para la toma de decisiones y optimización de la empresa pesquera.

Se desarrolla el cálculo de costo de producción en hoja Excel. Resultando una utilidad de $ 324.23 por cada tonelada de harina producida.

3.3.3. Costo de condensado secundario.

Durante el proceso para la fabricación de harina de pescado se genera 20m3/hr de condensado secundario o agua de pescado de la planta evaporadora el cual es eliminado al mar u océano pacifico. El condensado es agua destilada el cual no hay razón para eliminarlo.

El condensado ya tratado se puede reutilizar en el proceso, específicamente en la alimentación de las calderas para la generación de vapor, de esta manera es una opción económica y sostenible y minimiza el impacto sobre el medio ambiente.

El costo del condensado secundario = $ 0.00.

Tabla 21

Costo de producción harina de pescado.

COSTOS VARIABLES Y FIJOS DIARIO DE HARINA 2020			
DATOS GENERALES			
PLANTA MOLLENDO			
PRECIOS	US$/TM	%	PROM
MAT. PRIMA PROPIA	0	0%	250.00
MAT. PRIMA TERCEROS	250.00	100%	
HARINA PRIME	1,500.00	100%	1,500.00
HARINA PRIME	0.00	0%	
ACEITE	1,300.00		
RENDIMIENTOS			
HARINA (P/H)	4.33		

TIPO DE CAMBIO	4.000	
	META AÑO	
META ANUAL DE PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO	20,000.00	
PRODUCCIÓN DIARIO		
MATERIA PRIMA PROCESADA	100.000	
HARINA PRODUCIDA	23.100	PRECIOS
ACEITE CRUDO PRODUCIDO	3.000	1300
ACEITE PAMA PRODUCIDO	0.500	800

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ACEITE TOTAL (%)	3.50

DESCRIPCIÓN	COSTOS VARIABLES U.M.	C.U. S/. / UM	INDICE UM / Ton	S/. / Ton	US$ / Ton	COSTOS FIJOS US$ / Ton	TOTAL C.V.+ C.F US$ / Ton	%
1 MATERIALES DIRECTOS								
1.1 Materia Prima	TM	1,000.00	4.33	4,329.00	1,082.25		1,082.25	92.05
1.2 Descarga	TM	0.52	4.33	2.25	0.56		0.56	0.05
1.3 Supervisión SGS	TM	4.00	4.33	17.32	4.33		4.33	0.37
1.4 Sacos	PZ	0.86	20.20	17.37	4.34		4.34	0.37
1.5 Hilo	KG	14.85	0.020	0.30	0.07		0.07	0.01
1.6 Antioxidante	KG	10.23	0.700	7.16	1.79		1.79	0.15
TOTAL, MATERIALES DIRECTOS					**1,093.35**	**0.00**	**1,093.35**	**92.99**
2 MANO DE OBRA								
2.1 Jornales (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00	8.15	8.15	0.69
2.2 Sueldos (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00	9.43	9.43	0.80
2.3 Primas De producción (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00		0.00	0.00
2.4 Personal Eventual		0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5. Honorarios Profesionales		0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL, MANO DE OBRA					**0.00**	**17.58**	**17.58**	**1.50**
3 GASTOS DE FABRICACION								
3.1 Petróleo R-500 (incluye aditivo)	GL	6.10	42.00	256.20	64.05		64.05	5.45
3.2 Petróleo Diésel (motores y Grupos)	GL	13.70	1.00	13.70	3.43		3.43	0.29
3.3 Electricidad Comprada	KW	3.93	98.00	385.14	96.29		96.29	8.19
3.4 Agua	m3	5.00	1.00	5.00	1.25		**1.25**	0.11
3.5 Aditivos Tratamiento Agua		0.96	2.13	2.04	0.51		0.51	0.04
3.6 Insumos limpieza química		1.74	2.20	3.83	0.96		0.96	0.08
3.7 Preservantes y Enzimas		2.33	1.05	2.45	0.61		0.61	0.05
3.8 Materiales e Insumos Laboratorio		0.39	0.50	0.20	0.05		0.05	0.00
3.9 Insumos y Materiales de Saneamiento		0.69	0.65	0.45	0.11		0.11	0.01
TOTAL, GASTOS FABRICACIÓN					**167.25**	**0.00**	**167.25**	**14.22**
4 OTROS GASTOS DIRECTOS								
4.1 Servicios varios		1.79	1.00	1.79	0.45	7.32	7.77	0.66
4.2 Ensaque Arrume Transporte		5.00	1.00	5.00	1.25		1.25	0.11
4.3 Mantenimiento		37.88	1.00	37.88	9.47	0.23	9.70	0.82

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4 Gastos Administrativos	0.47	1.00	0.47	0.12	2.2.	0.12	0.01
4.5 Seguros					1.45	1.45	0.12
4.6 Depreciación					14.77	14.77	1.26
4.7 Tributos y refrendas					0.30	0.30	
TOTAL, OTROS GASTOS DIRECTOS				**11.28**	**24.07**	**35.35**	**1.60**
TOTAL, COSTO PLANTA				**1,271.88**	**41.65**	**1,313.53**	**111.72**
MENOS BONIF. ACEITE	**5,200.00**	**0.15**	**787.88**	**196.97**		**196.97**	**16.75**
TOTAL, COSTO NETO				**1,074.92**	**41.65**	**1,116.57**	**94.96**
GASTOS POR EXPORTACION				40.00		40.00	3.40
GASTOS FINANCIEROS					7.14	7.14	0.61
GASTOS ADMINISTRATIVOS					12.06	12.06	
TOTAL, GASTOS				**40.00**	**19.20**	**59.20**	**5.04**
TOTAL, COSTOS + GASTOS				**1,114.92**	**60.85**	**1,175.77**	**100.00**
PRECIO VENTA						**1,500.00**	**127.58**
UTILIDAD						**324.23**	**27.58**

Nota: Se tiene la utilidad en producir de 1 ton de harina. Tomado de Planta Mollendo.

3.4. Parte experimental.

La prueba experimental se realizó en laboratorio de Planta Diamante Mollendo – Arequipa.

3.4.1. Condensado secundario o agua de pescado generado en planta evaporadora.

Se toma en un balde 10 litros de muestra de condensado producido de la planta evaporadora y luego se homogeniza para tener una muestra representativa de 1 litro de condensado para los análisis respectivos:

Examen organoléptico.

De la muestra tomada se realiza la prueba organoléptica que es un exámen cualitativo, empleando la vista y el olfato.

Se realiza a la primera hora, segunda y tercera hora de la muestra tomada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 51

Muestra de condensados secundario.

Nota: Muestras tomadas en diferentes horas. Tomado de Laboratorio Planta Mollendo

Tabla 22

Resultados organolépticos.

CONDENSADO	**HORA**		
	09:00	**10:00**	**11:00**
	1	**2**	**3**
COLOR	Claro	Claro	Opaco
OLOR	**Leve**	Leve	Medio

Nota: Resultados de calidad del condensado. Tomado de laboratorio Planta Mollendo.

Examen Físico Químico.

Se toma la muestra de 1 litro simultáneo de generación del condensado secundario de la planta evaporadora y se rotula consecutivamente como muestra A, B, C, D y E.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 23

Resultados fisicoquímico de condensados.

CONDENSADO	MUESTRAS					PROMEDIO
	A	B	C	D	E	
Dureza Total	0	0	0	0	0	0
PH	8.9	8.8	8.7	8.5	8.1	8.6
Turbidez NTU	6.7	7.5	7.4	7.2	7.0	7.10
Grasa(ppm)	**8**	**7**	**8**	**8**	**9**	**8**
Solidos Totales Disueltos(ppm)	180	200	120	250	150	180

Nota: Resultado calidad del condensado. Tomado de laboratorio Planta Mollendo.

Interpretación resultados.

El color del condensado secundario varia a la segunda hora de estar almacenado, por lo que nos indica que el proceso de condensado generado, tiene que ser tratado directamente y no es recomendable almacenarlo y o tratarlo después de las 3 horas en almacenamiento, ya que implicaría mayor consumo de aditivos y menor eficiencia del tratamiento.

El olor es leve las dos primeras horas, a la tercera hora de almacenamiento el olor es medio y tiende a ser fuerte, por ser en realidad agua de pescado, pero más conocido en la Industria como condensado secundario.

Comprobado que el condensado secundario es agua destilada por la dureza es CERO, por lo tanto, no va a haber peligro de incrustación en los tubos de las calderas.

A pesar de que la presencia de trazas de grasa o materia orgánica, hay que eliminarlo a cero, para que el agua a las calderas sea de muy buena calidad. Y no se tenga problemas de corrosión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.4.2. Prueba dosificación de coagulante y floculante en el condensado.

Preparación del coagulante y floculante.

Considerando las fichas técnicas del coagulante y floculante empleados en aguas para uso en la industria y no es empleado en agua para consumo humano. (anexo 2 y anexo 3).

Se procede a tomar 8 muestras y se prepara en vasos de 1000 ml, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 24

Concentración de coagulante y floculante.

COAGULANTE		FLOCULANTE	
N° MUESTRA	**DOSIFICACION**	**N° MUESTRA**	**DOSIFICACION**
1	10 ppm	5	1 ppm
2	20 ppm	6	1 ppm
3	30 ppm	7	1 ppm
4	40 ppm	8	2 ppm

Nota: Pruebas con diferentes dosificaciones de coagulante y floculante. Tomado de Hidroquinona.

Dosificación coagulante y floculante.

La prueba de jarras es el mejor método de simulación de los procesos de coagulación y floculación que es realizado a nivel de laboratorio, permitiendo obtener un condensado o agua de buena calidad y fácilmente separable por sedimentación.

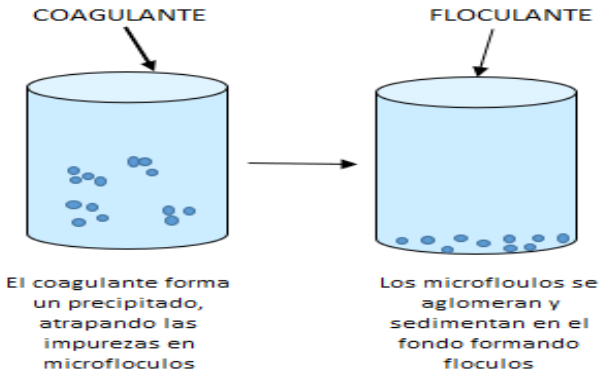
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 52

Proceso de coagulación y floculación.



Nota: Impurezas que precipitan

En la figura 52 se simula como ocurre este proceso, por las partículas que son microscópicas. La coagulación y floculación son considerados como dos procesos que deben ejecutarse uno seguido del otro, ya que son operaciones que actúan en el proceso de clarificación del condensado o agua de pescado con el fin de llevar a cabo la remoción de las trazas de grasa o materia orgánica del agua de pescado que no son susceptibles a sedimentarse rápidamente.

Prueba de jarra.

Mediante la prueba de jarra que cuenta con un variador de velocidad de 20 a 300 RPM, el cual nos permite realizar la agitación rápida y lenta y sedimentación en el mismo recipiente de la muestra. Como variable tendremos la calidad de la turbidez. Observamos la tabla 25, el condensado secundario o agua de pescado tiene un valor promedio de 7.1 NTU (unidad nefelométrica de turbidez).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 25

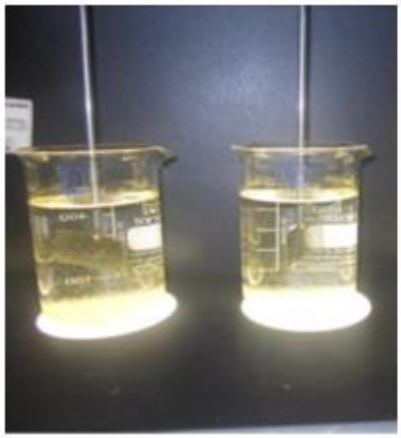
Dosis para turbidez < 50 NTU.

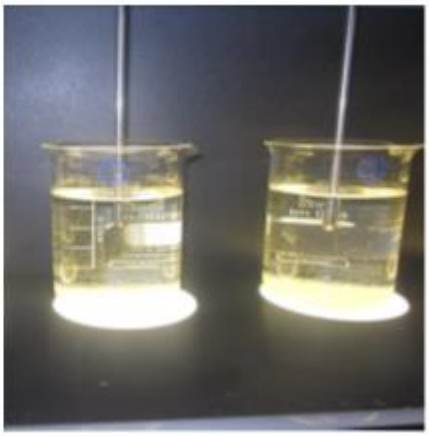
PROCESO	VELOCIDAD	TIEMPO
	RPM	
Coagulación	300	5 seg.
Floculación	40	20 min
Sedimentación	0	20 min

Nota: Prueba de la velocidad y tiempo. Tomado de Treatment water.

Figura 53

Prueba de jarra.





Nota: Prueba de jarras de velocidad y tiempo. Tomado de Laboratorio Cerper.

Tabla 26

Resultados de prueba.

MUESTRA		DOSIFICACION		VELOCIDAD		TIEMPO		
		COAGULANTE	FLOCULANTE	COAGULANTE	FLOCULANTE	COAGULANTE	FLOCULANTE	SEDIMENTA
		ppm	ppm	rpm	Rpm			
A	1-5	10	1	300	40	5 seg	20 min	20 min
B	2-6	20	1	300	40	5 seg	20 min	20 min
C	**3-7**	**30**	**1**	**300**	**40**	**5 seg**	**20 min**	**20 min**
D	4-8	40	2	300	40	5 seg	20 min	20 min

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

MUESTRA		RESULTADOS			
		PH	NTU	TEMPERATURA °C	GRASA ppm
A	1-5	7.8	6.10	66	
B	2-6	6.2	4.20	64	
C	**3-7**	**6.9**	**0.00**	**62**	**0.00**
D	4-8	7.0	3.10	64	

Nota: Resultado de las pruebas obteniendo 0.0% de grasa. Tomado de laboratorio Certificaciones del Perú.

De acuerdo con los resultados fisicoquímicos, la dosificación recomendable de coagulante es de 30 ppm y del floculante de 1 ppm, ya que la grasa es cero.

3.4.3. Dosificación de cal y soda.

A la muestra C la dividimos en submuestras C1, C2, C3. y lo vertimos por 3 equipos soxlet que simulan un filtro grava, un ablandador y un filtro de carbón activado como se muestra en la figura 54.

Figura 54

Prueba en equipo Soxhlet.

Nota: Prueba de simulación de ablandador y filtros en un equipo soxhlet. Tomado de laboratorio planta Mollendo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 27

Resultados prueba cal y soda.

MUESTRA		DOSIFICACION		RESULTADOS DE ANALISIS					
				ENTRADA			SALIDA		
		Soda	Cal	Dureza	STD	PH	Dureza	STD	PH
		ppm	Ppm	ppm	ppm		ppm	Ppm	
C	C1	3	50	20	230	6.5	0	200	9,0
	C2	**6**	**100**	**80**	**220**	**6.9**	**0**	**180**	**10.5**
	C3	9	150	100	280	7.2	0	200	10.5

Nota: resultados para obtener en el condensado 10 de PH. Tomado de laboratorio Planta Mollendo.

3.4.4. Interpretación de resultados.

Con los resultados de diferentes dosificaciones de los aditivos químicos, la más aceptable es la prueba C.

El resultado de Grasa es cero, lo que nos previene que no se va a producir oxidación en los tubos y calentamiento con pérdida de energía.

Menor consumo de Coagulante, floculante con respecto a las pruebas 3 y 7, para tener 0.00 ppm de grasa.

La dureza del condensado es 0.00 ppm, pero como se agrega la Cal, se eleva la dureza, el cual al tratarse en los ablandadores nos daría 0.00 ppm, como se explica en capítulo 2 del marco teórico. El agregado de soda aumenta el ¨PH alcalino.

3.5. Diagrama de tratamiento de condensado secundario.

3.5.1. Diagrama de bloques.

Con las pruebas realizadas en el laboratorio se simula el diagrama de bloques a nivel industrial para la instalación de una planta de tratamiento de condensados secundarios o agua de pescado en la industria pesquera.

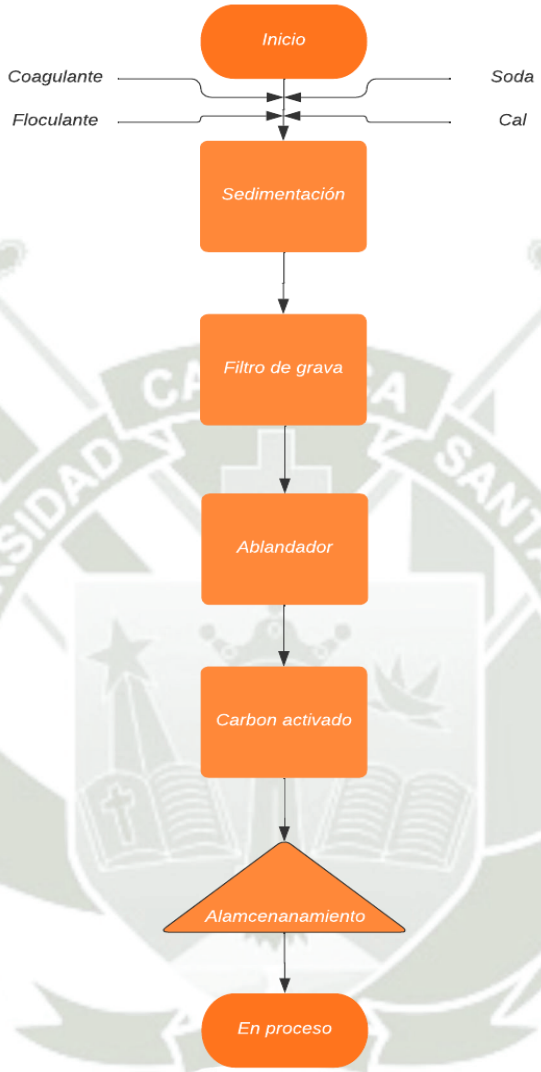
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 55

Diagrama de bloques planta tratamiento de condensado.



Nota. Diagrama del flujo propuesto y a seguir producto de las pruebas y parte técnica teórica, en el proceso del tratamiento de condensados secundarios y obtener un condensado de calidad para ser utilizado en la alimentación de las calderas y generar el vapor utilizado en el proceso de harina de pescado. El condensado utilizado reemplazaría al agua comprada de SEDAPAR utilizado actualmente en las plantas pesqueras.

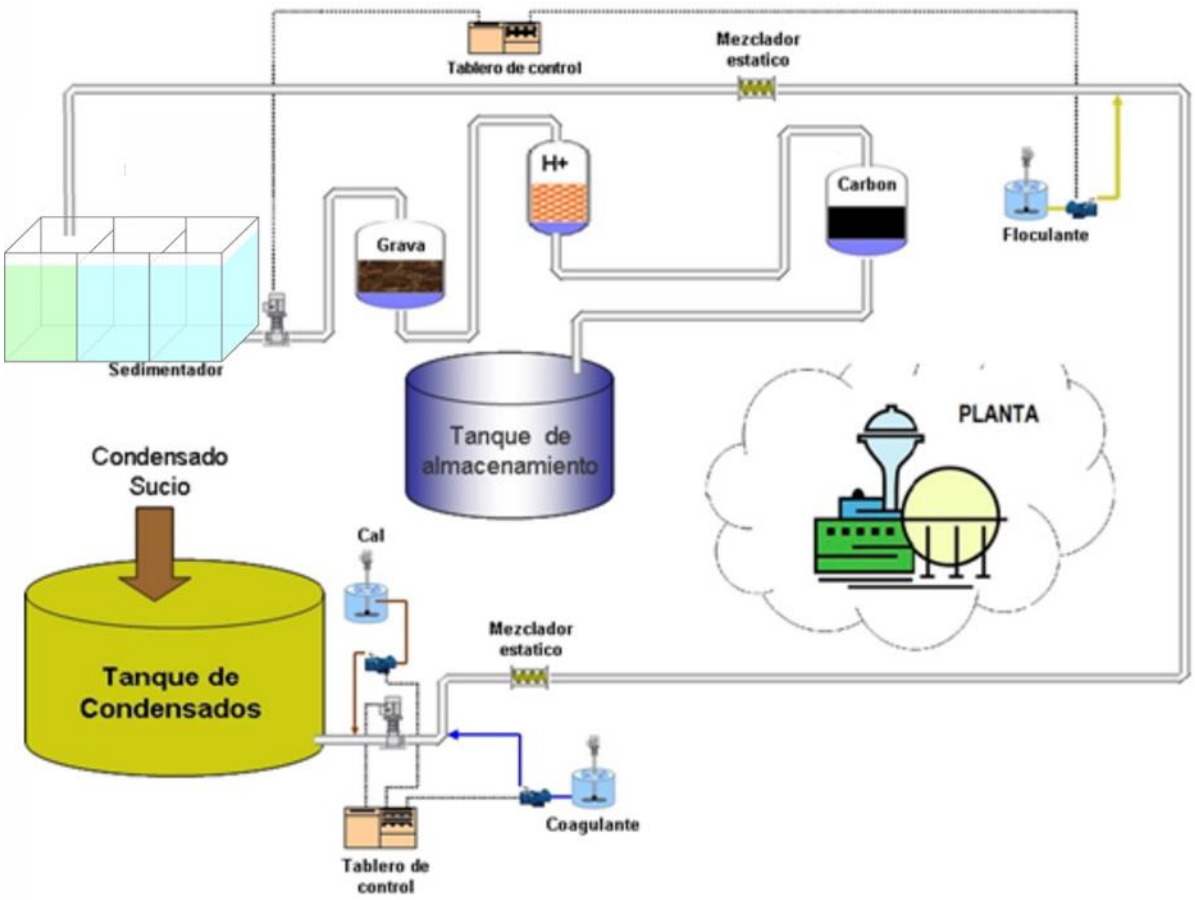
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 56

Planta tratamiento de condensados.



Nota: Diagrama de flujo y equipos en el tratamiento de condensados secundarios.

3.6. Gestión en la operación del proyecto

Para que la planta propuesta pueda operar con planificación, eficiencia y cumpliendo los objetivos de producir un condesado de buena calidad y se utilice en las calderas para producir vapor a utilizar en las diferentes operaciones unitarias y reemplace al 100% al agua potable utilizada actualmente en la producción de vapor, es necesario una buena gestión integral de las diferentes áreas en la planta pesquera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.6.1. Gestión de producción.

Objetivo: Establecer procedimientos que aseguren una adecuada operación en el tratamiento de condensados secundarios para una eficiente abastecimiento o alimentación a las calderas.

Responsabilidad: El operador de tratamiento de condensados es responsable de la adecuada operación de los equipos. El operador reporta cualquier incidencia al jefe de turno de producción.

El jefe de turno de producción es responsable de verificar el correcto proceso productivo de condensados, de revisar los registros y de la capacitación contante al operador.

Procedimiento: El operador prepara la solución de cal (100 ppm) y soda (6 ppm) a ser agregado a la poza 1 de sedimentación. El operador prepara la solución del coagulante (30ppm) y floculante (1 ppm) a ser dosificado en línea.

El operador procederá a encender y dar inicio al proceso alimentando de poza 3 de sedimentación.

Puntos de control. El operador realiza los siguientes controles cada hora, primero registrando la hora de inicio del proceso.

- Cantidad de gramos utilizados de aditivos agregados durante su turno.
- Control del PH cada hora utilizando un papel PH, debiendo tener un resultado de 10 de PH, si varia corregir la dosificación de soda inmediatamente.
- Control de la dureza por método de jabón líquido proporcionado por laboratorio de planta, si hace buena espuma inmediatamente esta ok, caso contrario inmediatamente disminuir o cortar el agregado de cal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- La operación de los filtros de grava y carbón activado debe tener un diferencial de 5 PSI, si no fuera así regule el ingreso de alimentación.

3.6.2. Gestión de calidad.

Objetivo: Establecer el plan de monitoreo y métodos de análisis fisicoquímicos en laboratorio, para evitar errores de desviación en el tratamiento de condensados secundarios y garantizar una buena calidad de agua a las calderas.

Responsabilidad: El laboratorista procederá a monitorear cada hora y proceder a realizar los análisis físicos químicos y una vez obtenido los resultados inmediatamente deberá registrarlos en la pizarra de la planta de tratamiento de condensados para que lo visualice el operador y jefe de turno de producción y jefe de calidad. El jefe de calidad es responsable de capacitar al laboratorista y revisar los registros generados.

Procedimiento: El laboratorista procederá a sacar muestras cada hora de los condensados tratados y procederá inmediatamente a realizar los análisis respectivos.

Puntos de control: EL laboratorista realizara los siguientes análisis al condensado tratado.

- Dureza que debe ser 0 ppm.
- PH que debe ser 10
- Olor que no debe tener.
- Grasa que debe ser 0 ppm.

3.6.3. Gestión de mantenimiento.

Objetivo: Establecer procedimientos operativos de un permanente apoyo al proceso de producción, para garantizar la continuidad de la actividad operativa y evitando atrasos en la operación de equipos de la planta de <tratamiento de condensados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Responsabilidades: El electricista de turno es responsable de monitorear 1 vez por turno los equipos de planta. El jefe de mantenimiento es responsable de la verificación y acciones a tomar del resultado de los registros. Así mismo, es responsable de la constante capacitación al electricista de turno.

Procedimiento: El electricista de turno y/ o mecánico de turno monitoreara una vez por turno los motores eléctricos, bombas y equipos. Cualquier desviación comunicara al jefe de turno de producción y jefe de mantenimiento.

Puntos de control:

Amperaje de motor eléctrico.

En los motores eléctricos verifica:

- Que los tornillos de la base del motor no se encuentren flojos.
- Que no existan grietas, fisuras o roturas en la estructura del motor.
- Que la protección de los cables de potencia y control no se encuentra roto o deteriorado.
- Que el motor tenga su placa de identificación.
- Que no existan humedades ni condensaciones en el cuerpo del motor.
- Que no haya polvo en la bovina ni dentro del motor.

En la bomba centrifuga verifica:

- La temperatura de los cojinetes.
- Nivel de lubricante.
- Si hay vibraciones en la bomba.
- Los sellos mecánicos que no deben mostrar signos de fuga.
- Cojinetes ruidosos.
- Fuga de aceite en las juntas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.6.4. Gestión ambiental:

Objetivo: Establecer procedimientos ambientales para garantizar la labor del operador en un ambiente adecuado.

Responsabilidades: El supervisor ambiental es responsable de verificar una vez por día el área y ambiente de trabajo en la planta de tratamiento de condensados.

Procedimiento. El Supervisor ambiental monitorera una vez por día el área donde labora el operador de la planta de tratamiento de condensados. El jefe ambiental es responsable de la verificación y reportes diarios, tomando la acción respectiva.

Punto de control:

Observar y verificar:

- Manejo de los residuos generados.
- La limpieza en toda el área de trabajo.
- El orden en el área de trabajo.
- Si hay algún derrame.
- El ruido en el Área.

3.6.5. Gestión de seguridad e higiene industrial.

Objetivo: Establecer procedimientos de seguridad e higiene para garantizar la labor ergonómica del operador. Así mismo, evitar tiempos perdidos por accidentes al trabajador. Tener una producción limpia, producir sin accidentes.

Responsabilidades: El jefe de seguridad e higiene industrial es responsable de verificación de los procedimientos de seguridad.

Procedimiento: El jefe de seguridad monitoreará dos veces a la semana en el área de planta de tratamiento de condensados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Punto de control:

- Verificar que el operador:
  - Utilice los guantes de cuero y neoprene.
  - Cuente con el casco en buenas condiciones.
  - Estado de ropa de trabajo.
  - Cuente con zapatos de seguridad.
  - Con botas de Jebe.
- Verificar en el área:
  - Estado de pintura de los equipos.
  - Rótulos visibles de los equipos.
  - Estado de los manómetros de presión.
  - Estado de la iluminación.
  - Estado de los tableros de control.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE CONDENSADOS SECUNDARIOS.

4.1. Selección de tanque de almacenamiento de condensados secundario.

4.1.1. Datos y condiciones generales para selección.

El proyecto y cálculo del tanque se debe tomar en cuenta datos técnicos de diseño que son importantes, cuyo objetivo es seguir los criterios que brinda la norma API 650.

- Altura del tanque.
- Capacidad del tanque.
- Diámetro del tanque.
- Gravedad específica del líquido a almacenar.
- Material para planchas del tanque.
- Espesor mínimo especificado.
- Diseñar bajo la norma API 650.
- Temperatura máxima de operación.

4.1.2. Características generales de la fabricación del tanque.

Cálculo de capacidad del tanque.

De acuerdo con el balance de producción de condensado (tabla 39) el caudal de procesamiento es de $20\frac{m^3}{hr}$

Así mismo, de los resultados de las pruebas organolépticas del condensado (tabla 43) no es recomendable almacenar más de 2 horas por su degradación o descomposición. Sin embargo, por alguna contingencia vamos a considerar las 2 horas como máximo.

Dándole una holgura del 15 % tenemos:

Capacidad: $20\frac{m^3}{hr} \times 2\ hr + (Q\ x\ T)5\% = 42m^3$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Altura y diámetro.

Espacio para instalación de 3 metros (ver vista de Mollendo).

Cálculo de la altura:

Fórmula 5

- $V = \pi \times D^2 \times \frac{h}{4}$ $\quad h = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$
- $h = \frac{4 \times 46m^3}{\pi \times (3m)^2}$ $\quad h = 6.00\ m$

Variables.

- Gravedad específica del condensado secundario Condensado: 1.00
- Presión de diseño: Atmosférico.
- Temperatura del líquido = 60 °
- Tipo de fondo y techo= Fondo plano y techo cónico.

4.1.3. Selección del cuerpo del tanque.

Espesor de planchas.

El material de las planchas A – 36.

De acuerdo con la tabla 28, indica los espesores de las planchas para la conformación de los anillos no deben ser menores a los datos indicados en el cuadro.

Tabla 28

Requerimiento mínimo.

Diámetro nominal tanque		**Espesor nominal de plancha**	
M	**Ft**	**mm**	**In**
< 15	**< 50**	**5**	**3/16**
De 15 a < 36	De 50 a < 120	6	¼
De 36 a <60	De 120 a < 200	8	5/16
60	200	10	3/8

Nota: Resultado del espesor de plancha. Tomado de Welded tanks for oil storage (2012).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

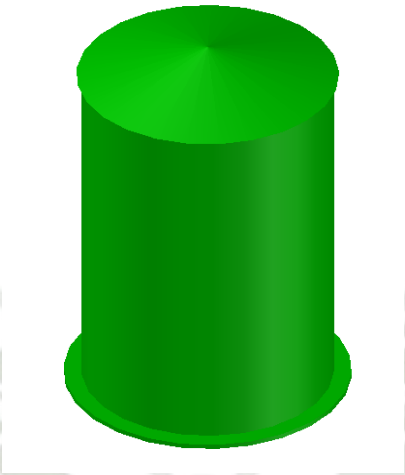
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El casco estará conformado por 6 rolas o anillos de 5mm de espesor.

Figura 57

Selección del cuerpo del tanque.



Nota: Planchas A – 36 en el diseño del cuerpo cilíndrico del tanque.

Figura 58

Planchas de cuerpo de tanque.

Nota: resultado de numero de planchas en el cuerpo del tanque de condensado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.4. Selección del fondo del tanque.

En la tabla 29, que se muestra se observa el mínimo espesor de diseño a considerar para la lámina del fondo del tanque, considerando el esfuerzo de prueba hidrostática y el espesor del primer anillo. Estos espesores consideran que tipo de planchas se ubicaran sobre una base de hormigón uniforme previamente construída bajo los parámetros de diseño que indica la norma API 650.

Tabla 29

Dimensión mínima de plancha para el fondo del tanque.

Espesor nominal de placa primer anillo. (in).	**Esfuerzo de prueba hidrostática en el primer anillo (lbf/m2)**			
	≤ 27,000	**≤ 30,000**	**≤ 33,000**	**≤ 36,000**
t ≤ 0.75	**¼**	**¼**	**9/32**	**11/32**
0.75 < t ≤ 1.00	¼	9/32	3/8	7/16
1.00 < t ≤ 1.25	¼	11/32	15/32	9/16
1.25 < t ≤ 1.50	5/16	7/16	9/16	11/16
1.50 < t ≤ 1.75	11/32	1/2	5/8	¼

Nota: Resultado de 6mm de espesor en el primer anillo. Tomado de Welded tanks for oil storage (2012).

Sabiendo que el esfuerzo de prueba hidrostática es de 24,000 PSI para el material A-36 y el espesor de diseño del 1er anillo es de 5mm (3/16 in).

Sin embargo, para alargar la vida útil del tanque de almacenamiento y contrarrestar la corrosión que se enfoca en el fondo del tanque, principalmente porque es ahí en donde se depositan los sólidos del producto almacenado, provocando de esta manera un mayor desgaste en esta zona, se tomara para el diseño, un espesor de 9mm para las placas del fondo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

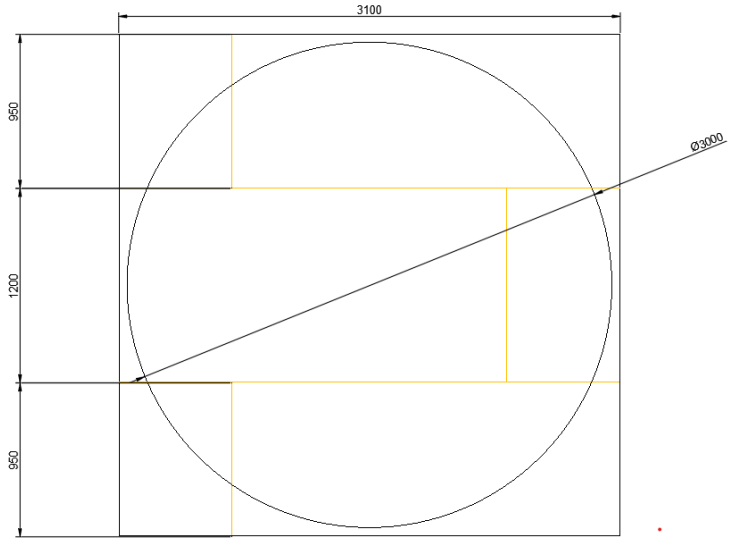
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Haciendo uso ala referencia del ítem 5.4 de la norma API 650, las dimensiones de las planchas serán de 2,400 x 1,200 x 9 mm y distribuidas simétricamente en base a ejes coordenadas x, y de la circunferencia del piso. Lo importante de esta distribución, es utilizar la mínima de planchas para conformar el piso.

Figura 59

Fondo tanque.



Nota: Resultado de la cantidad de planchas en el fondo del tanque.

4.1.5. Selección del techo de tanque.

El tipo de techo para el tanque será cónico auto soportado, este tipo de techo descansará en todo el perímetro de la pared del tanque sobre el anillo rigidizado como se muestra en la figura

De acuerdo con el API 650 este tipo de techo es diseñado para tanques que no exceden de un diámetro 60 pies (18,288 mm), pero se recomienda fabricar en un diámetro máximo de 40 pies (12,192).

El espesor de diseño no debe ser menor de 4.76 mm (3/16 pulg), y no mayor de 12.7 mm (1/2 pulg).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Esto se respalda en el apéndice 5 de API 650-2013, ya que el diámetro del tanque a diseñar, equivalente a 9.84 ft (3m), corresponde a un diámetro menor a 40 ft, consideración muy importante para no requerir una estructura con soporte. La inclinación del techo tiene que tener un rango de 9.5° a 37°, o con una pendiente desde 9:12 a 2:12 respectivamente (API 650,2013). El espesor mínimo del diseño será calculado por la formula (API 650-2013).

Formula 6

$$\boldsymbol{e = \frac{D}{400 \times sen\propto}\sqrt{\frac{T}{45}} + CA}$$

Donde:

- e: Espesor mínimo para el techo del tanque (in)
- D: diámetro del tanque (ft)
- α: Angulo transversal de elevación del techo en grados.
- T: Es el mayor valor de combinaciones
- Att : Área total del techo.
- P: Carga por gravedad.

El valor de la carga equivalente (P) por unidad de área, esta expresada de la siguiente manera (T).

Formula 7

$$T = \frac{P}{Att}$$

$$P = DL + (Lr) + 0.4 \times Pe$$

Donde:

- Pe: Presión externa.
- DL: carga muerta

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Lr: carga viva.
- Cálculo Att

$Att = \pi \times r \times g$

$Att = \pi \times 1.5m \times 1.52m$

$Att = 7.16m^2(77.07ft^2)$

$DL = 103.84\ \frac{lb}{m^2} \times 7.16m^2$

$DL = 743.49\ lb$

$Lr = 20\frac{lb}{ft^2} \times 77.07ft^2$ (Norma API 650 2013)

$Lr = 1\ 541.40\ lb$

$Pe = 5.22\ \frac{lb}{ft^2} \times 77.07ft^2$ (Norma API 650 2013)

$Pe = 402.31lb$

$P = 743.49\ lb + 1\ 541.40\ lb + 0.40 \times (402.31lb)$

$\boldsymbol{P = 2\ 445.81\ lb}$

$T = \frac{2\ 445.81lb}{77.07ft^2}$

$\boldsymbol{T = 31.73\frac{lb}{ft^2}}$

Reemplazando en la fórmula de cálculo del espesor tenemos:

$e = 0.18in$

$\boldsymbol{e = 0.18\ in \times \frac{1in}{25.4\ mm}}$

$e = 4.6\ mm$

Siendo el espesor mínimo de 5mm, consideramos por seguridad 6mm.

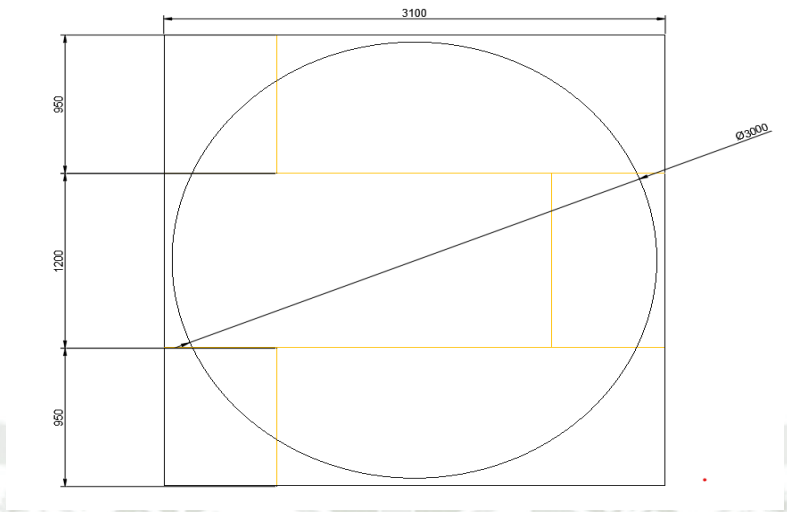
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 60

Techo de tanque.



Nota: Cantidad de planchas en techo de tanque de condensado.

4.1.6. Accesorios.

Entrada de hombre (manhole)

Permite la entrada de hombre para la inspección o limpieza, debiendo permanecer cerrada en operación normal. Los manhole se diseñan en base de la norma API 650 sección 5,7,5.

Para mantener concordancia con la norma API 650 se recomienda para la construcción de manhole, utilizar un diámetro de 30 pulgadas.

Las partes del manhole son:

- Abertura del manhole
- Empaque
- Cuello del manhole
- Agujero de seguridad
- Brida de manhole
- Tapa de manhole

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

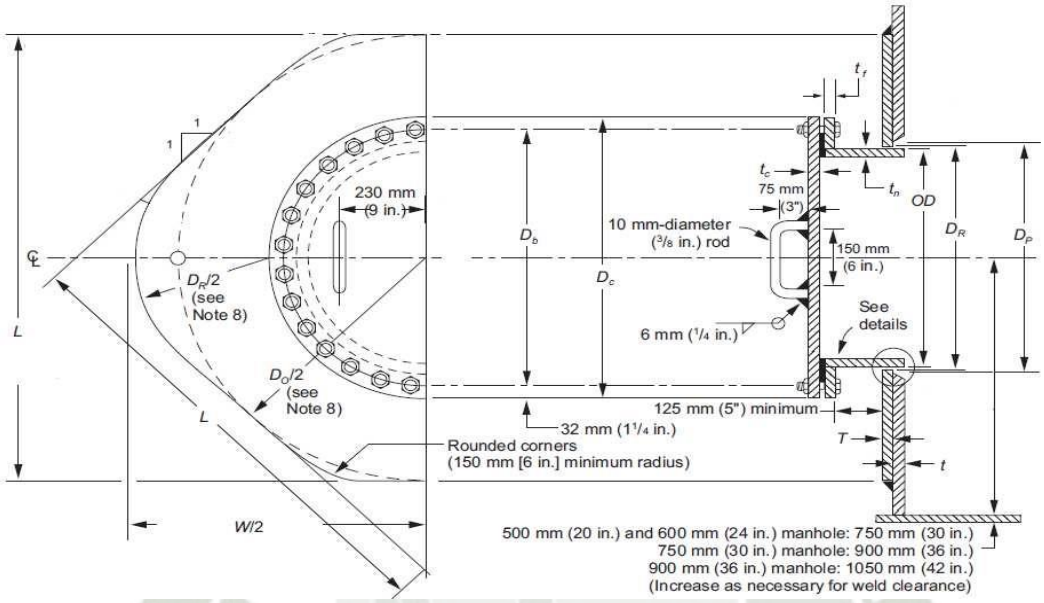
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Placa de refuerzo
- Perno de brida

Figura 61

Detalle de entrada para el ingreso hacia el tanque (manhole).



Nota: Detalle del manhole. Tomado de welded tanks for oil storage (2012).

Dpo OD: Diámetro exterior de la boquilla.

ID: Diámetro del manhole (entrada principal)

Dc: Diámetro de la tapa para la entrada principal.

Db: Diámetro del eje de los agujeros para los pernos.

Do: Diámetro exterior de la placa para el refuerzo.

Dr: Diámetro interior de la placa para el refuerzo.

tf: Espesor de la brida del manhole.

tc: Espesor de la tapa del manhole o entrada principal.

tn: Espesor del cuello de la brida.

t: Espesor del anillo para el cuerpo del tanque.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

T: Espesor de la placa de refuerzo para el manhole.

W: Ancho de la placa de refuerzo para la entrada principal.

Pernos y agujeros.

La norma API 650 indica que, para los manhole de 30 pulgadas de diámetro, se utilizan 42 pernos de ¾ de pulgada de diámetro y para los agujeros una perforación de 7/8 de pulgada de diámetro (API 650-2013).

Empaques.

Para el manhole seleccionado de 30 pulgadas de diámetro se necesita un empaque con las siguientes características.

Diámetro exterior 35 -3/8 in.

Diámetro interior 30 in.

Espesor de 1/8 in.

Espesor de placa y brida.

En el cuadro 32 se selecciona el espesor de la placa de la tapa tc y el espesor de la brida empernada tf.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 30

Dimensión de la placa para la tapa (tc) y la brida empernada (tf)

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10
Máxima Altura NivelLiquido H (ft)	**Presion Equival-Lente. Lbf/in2**	**Maximo espesor de la placa de la tapa**				**Minimo espesor de la brida empernada**			
		Tc				**Tf**			
		Manhole 20 in	**Manhole 24 in**	**Manhole 30 in**	**Manhole 36 in**	**Manhole 20 in**	**Manhole 24 in**	**Manhole 30 in**	**Manhole 36 in**
17.1	7.4	5/16	3/8	**7/16**	½	¼	¼	**5/16**	3/8
21.9	**9.5**	**3/8**	**7/16**	½	**9/16**	¼	**5/16**	**3/8**	7/16
26.1	11.3	3/8	7/16	9/16	5/8	¼	5/16	7/16	½
32.6	14.1	7/16	½	5/8	11/16	5/16	3/8	½	9/16
36.5	15.8	½	9/16	5/8	¾	3/8	7/16	½	5/8
43.9	19	½	9/16	11/16	13/16	3/8	7/16	9/16	11/16
52.9	22.9	9/16	5/8	¾	7/8	7/16	½	5/8	¾
61.0	26.4	5/8	11/16	13/16	15/16	½	9/16	11/16	13/16
75.1	32.5	11/16	3/4	15/16	1	1/2	9/16	11/16	15/16

Nota: Resultado dimensiones de placa y brida del manhole. Tomado de welded tanks for oil storage (2012).

Del cuadro 12 con el manhole seleccionado de 30 pulgadas se obtiene los siguientes datos:

Mínimo espesor de la placa tapa tc: ½ in.

Mínimo espesor de la brida empernada tf: 3/8 in.

Presión equivalente basada en la carga del agua P: 9.5 PSI

Dimensión del cuello del manhole (tn).

Del cuadro 13 se obtiene el espesor del cuello del manhole del cuerpo tn.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 31

Dimensiones para el cuello del manhole (tn).

Espesores del Cuerpo y placa De refuerzo Manhole t, T	Mínimo espesor para cuello tn (in)			
	Para diámetro Manhole 20 in	Para diámetro Manhole 24 in	Para diámetro Manhole 30 in	Para diámetro Manhole 36 in
3/16	3/16	3/16	**3/16**	3/16
¼	¼	¼	¼	¼
5/16	1/4	1/4	5/16	5/16

Nota: Resultado del cuello del manhole. Tomado de Welded tanks for oil storage (2012).

Conociendo el valor del espesor del primer anillo (donde se instalará el manhole), ubicar este valor en la columna espesor del cuerpo t. Con el diámetro del manhole seleccionado anteriormente, intersecar esta columna con la fila del espesor del anillo y se obtendrá el mínimo espesor del cuello del manhole.

Se obtiene mínimo espesor del cuello del manhole del cuerpo: tn : ¼ in (6mm)

Diámetro de pernos y cubierta.

El cuadro 14 se obtendrá la dimensión circular de los pernos y el diámetro de la cubierta de la placa.

Tabla 32

Dimensión del diámetro circular de los pernos y cubierta de la placa.

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Diámetro del Manhole OD (in)	**Diámetro de los Pernos Db (in)**	**Diámetro de la cubierta De la placa Dc (in)**
20	26-1/4	28-3/4
24	30-1/4	32-3/4
30	**36-1/4**	**38-3/4**
36	42-1/4	44-3/4

Nota: Resultado de diámetro agujero y tapa. Tomado de welded tanks for oil storage (2012).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diámetro circular de agujeros Db: 36-1/4 in (921mm)

Diámetro de la tapa manhole Dc: 38-3/4 in (984mm)

Dimensión del manhole.

Las dimensiones del manhole del cuerpo se resumen en el siguiente cuadro 35.

Tabla 33

Resumen del manhole.

Parámetro (in)	**MANHOLE**	
	Entrada	**Salida**
	(in)	**(in)**
OD diámetro del manhole	30	24
Dp diámetro exterior de la boquilla	30	24
Dc diámetro de la tapa	38-3/4	32-3/4
Db diámetro centro de los pernos	36-3/4	30-1/4
L:Do diámetro exterior de planchas	60-3/4	49-1/2
T Espesor de la placa de refuerzo	¼	¼
W Ancho de la placa de refuerzo	73-1/2	60
Tc Espesor de la tapa	½	7/16
Tf Espesor de la brida	3/8	5/16
tn Espesor del cuello	1/2	1/2

Nota: Resultado de las especificaciones del manhole.

Sumidero del fondo.

El sumidero del agua del fondo del tanque está especificado en la figura N° 48.

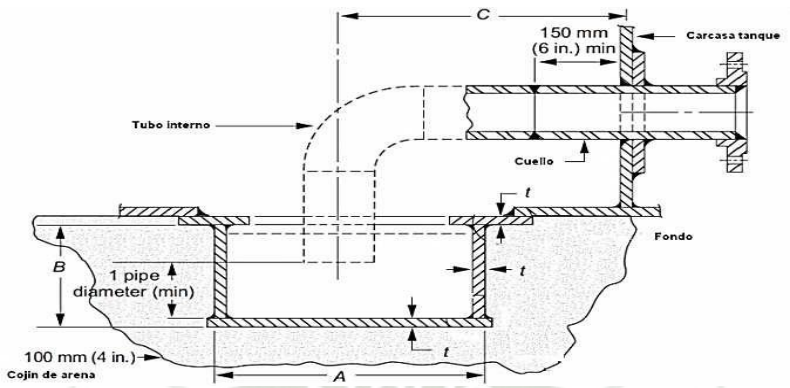
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 62

Sumidero del tanque.



Nota: Sumidero de tanque de condensados. Tomado de welded tanks for oil storage (2012).

Tabla 34

Dimensiones para sumideros.

NPS	Diámetro del Sumidero	Profundidad Sumidero	Distancia centro tubo al casco	Espesor de placas del sumidero	mínimo espesor del tubo	mínimo espesor del cuello
	A(in)	B(in)	C(ft)	t(in)	(in)	(in)
2	**24**	**12**	**3-1/2**	**5/16**	**0.218**	**0.218**
3	36	18	5	3/8	0.250	0.300
4	48	24	6-3/4	3/8	0,250	0.337
6	60	36	8-1/2	7/16	0.250	0.432

Nota: Dimensiones de sumidero de tanque. Tomado de welded tanks for oil storage (2012).

Manhole del techo.

Facilita el mantenimiento, la medición manual del nivel y la extracción de muestras.

El manhole del techo deberá ser conformado de acuerdo con la figura 49 y según el cuadro 37, donde los efectos de las cargas aplicadas al manhole del techo y soportados por la estructura deberán ser considerados. La estructura del techo y placas alrededor del manhole deberán ser reforzados si es necesario.

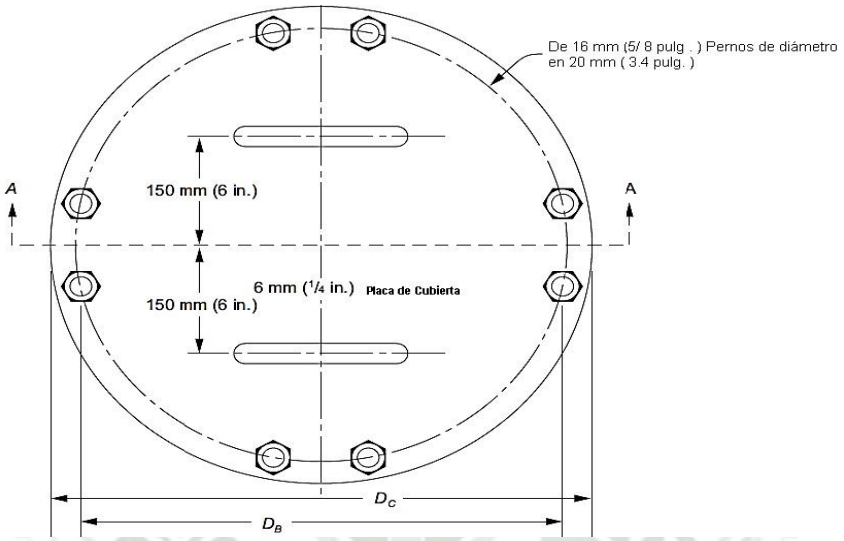
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 63

Manhole del techo vista superior.



Nota: Dimensiones de manhole de techo del tanque. Tomado de Welded tanks for oil storage (2012).

Tabla 35

Dimensiones para el manhole del techo.

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9
Tamaño del Manhole	**Diámetro del cuello ID**	**Diámetro de la placa de cubierta Dc**	**Diámetro Círculo de pernos Db**	**Numero De pernos**	**Diámetro del empaque**		**Diámetro agujeros en la placa refuerzos Dp**	**Diámetro exterior de la placa de refuerzo Dr**
					Interior	**Exterior**		
20	20	26	23-1/2	16	20	26	20-5/8	42
24	24	30	27-1/2	20	24	30	24-5/8	46

Nota: Dimensiones del manhole de techo. Tomado de Welded tanks for oil storage (2012).

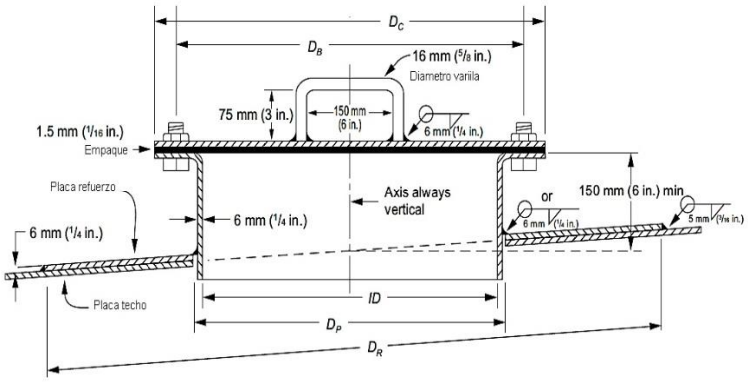
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 64

Manhole techo vista lateral.



Nota: Vista lateral del manhole del techo. Tomado de Welded tanks for oil storage (2012).

4.2. Deposito dosificador de aditivos químicos.

Los depósitos son utilizados para la preparación de los aditivos químicos a agregar en las etapas de operación de tratamiento de los condensados secundarios o agua de pescado.

Los depósitos son fabricados en polietileno de alta densidad, alta resistencia química, mecánica y a los impactos, contiene un niel visual y válvula de vaciado de gran resistencia a la acción química al que se incorpora un agitador vertical para preparar la disolución y una bomba dosificadora se encarga de la correcta dosificación del producto.

4.2.1. Especificaciones

Capacidad: 50 litros

Agitador vertical de velocidad rápida y lenta.

Bancada de refuerzo.

Bomba dosificadora de pistón o membrana de regulación automática o manual.

Sensor de nivel simple membrana.

Embudo dispersador para reactivos en polvo.

Diámetro: 375 mm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Altura: 680 mm.

4.3. Diseño del sedimentador.

De acuerdo con la simulación en las pruebas el condensados secundario o agua de pescado tiene un promedio de temperatura de 62°C, por lo que para su tratamiento es recomendable un sedimentador de concreto armado con revestimiento epóxico alta temperatura, de tal manera que no pierda la temperatura, porque al ingresar a los calderos vamos a tener un ahorro de combustible. Asimismo, por seguridad del operador en esta área.

4.3.1. Dimensiones del sedimentador.

Caudal de proceso.

Fórmula 8

$$Q = 20\frac{m^3}{hr} \times \frac{1\ hr}{60\ min} \times \frac{1\ min}{60\ seg}$$

$$Q = 0.006\ \frac{m^3}{seg}$$

Caudal por día

$$Q = 20\ \frac{m^3}{hr} \times \frac{24\ hr}{1\ día}$$ 20 m^3/hr x 24 hr/día = 480 m^3/día.

$$Q = 480\ \frac{m^3}{dia}$$

Caudal por compartimento (3 compartimentos o tanques).

$$Q_c = \frac{Q}{m}$$

$$Q = \frac{480\frac{m^3}{día}}{3}$$

$$\boldsymbol{Qc = 160\frac{m^3}{día}}$$

Cálculo de volumen del tanque o compartimento basado en el tiempo de retención.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fórmula 9

$T_r = 50 \text{ min} \times 1.8 = 90\text{min} = 1.5 \text{ hrs}$

$T_r = 90 \text{ min} \times \frac{60\ min}{1\ hr}$

$\boldsymbol{T_r = 1.5\ hr}$

$V = Q \times T_r$

$\boldsymbol{V = 160 \frac{m^3}{día} \times 1.5\ hr \times 24 \frac{hr}{dia}}$

$\boldsymbol{V = 10\ m^3}$

Cálculo del área superficial (A) basada en la tasa de flujo (OR).

Fórmula 10

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

A = Q/OR, donde OR: 20 m^3/día x m^2, tasa de flujo recomendado.

$A = \frac{160 \frac{m^3}{dia}}{20 m^3}$

$A = 8.0\ m^2$

Profundidad del tanque (d).

$$D = \frac{V}{A}$$

$D = \frac{10 m^3}{8 m^2} \times 1.30$

$D = 1.625 m$

Dimensiones del compartimento o tanque.

Ancho (W) y largo(L)

Fórmula 11

$V = L \times W \times D$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Asumiendo un W de 3 m.

$$L = \frac{V}{W \times D}$$

$$L = \frac{10m^3}{3m \times 1.625}$$

$$L = 2.050\ m$$

Cálculo del área transversal del tanque o compartimento (Ax)

Fórmula 12

$$A_X = W \times D$$

$$A_X = 3m \times 1.625m$$

$$A_X = 4.88m^2$$

Velocidad de flujo (V_f).

Fórmula 13

$$V_f = \frac{Q_c}{A_x}$$

$$V_f = \frac{160\frac{m^3}{día}}{4.88m^2}$$

$$V_f = 32.78\frac{m}{día} \times \frac{1\ día}{24\ hr} \times \frac{1\ hr}{60\ min}$$

$$\boldsymbol{V_f = 0.022\frac{m}{min}}$$

La velocidad de flujo recomendada es < 0.15 m/min

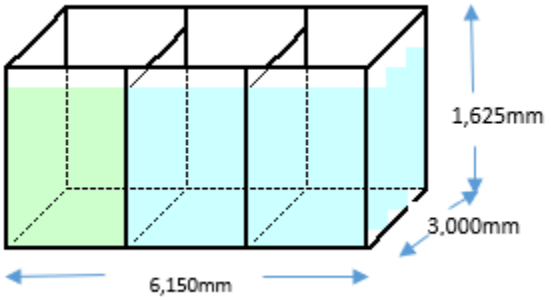
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 65

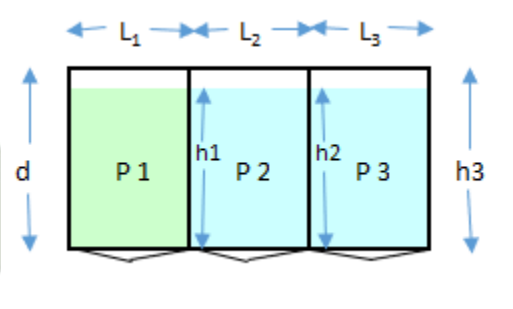
Medidas del sedimentador con 3 compartimentos o pozas.



Nota: Medidas de altura, largo y ancho de poza de sedimentación.

Figura 66

Sedimentador de perfil



Nota: Vista de perfil de sedimentador.

4.3.2. Especificaciones:

Medidas del sedimentador, largo (L), ancho (a)y altura (h). compartimentos o poza (P)

P1 ……. L_1 = 2,050 mm a_1 = 3,000mm h_1 = 1,550 mm

P2 ……. L_2 = 2,050 mm a_2 = 3,000mm h_2 = 1,500 mm

P3 ……. L_3 = 2,050 mm a_3 = 3,000 mm h_3 **= 1,625 mm**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4. Ablandador.

La resina para utilizar es la resina catiónica.

4.4.1. Cálculo de la cantidad de resina catiónica.

a) Caudal del condensado secundario.

El caudal condensado secundario o agua de pescado a tratar

$$Q = 20\,\frac{m^3}{hr} \times \frac{264.172gl}{1m^3}$$

$$Q = 5\,283.44\,\frac{gl}{hr}$$

b) Dureza total en granos por galón.

La dureza del condensado secundario es o ppm, pero al agregar 100ppm de cal se incrementa promedio de 80 ppm, el cual se va a eliminar en el ablandador de resina catiónica.

La equivalencia de 1 gpg (grano por galón) = 17.1ppm

$$Dureza = \frac{80ppm}{17.1}$$

$$Dureza = 4.68gpg$$

El ciclo de ablandamiento se considera 1 día.

$$Dureza\ total = 5\,283.44\,\frac{gl}{hr} \times 4.68gpg \times 24hr$$

$$\boldsymbol{Dureza = 593\,435.98\ granos}$$

El rendimiento de la resina catiónica es de $30\,000\,\frac{granos}{pie^3}$

Cantidad de resina necesaria (volumen)

$$Resina = \frac{593\,435.98granos}{30\,000\frac{granos}{ft^3}} = 19.78 = 20\ ft^3$$

$$\boldsymbol{Resina = 19.78ft^3 \approx 20ft^3}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.2. Dimensiones del ablandador.

Área de la resina catiónica.

Es recomendable en la resina catiónica un área de 5- 6 gph/ft^3, se necesita 21.12 gph de flujo.

Fórmula 14

$$A = \frac{flujo}{5.5} = \frac{21.12}{5.5} = 3.84ft^2$$

Altura de la resina catiónica.

$$V = A \times H$$

$$H = \frac{V}{A}$$

$$\boldsymbol{H = \frac{20ft^3}{3.84ft^2}}$$

$$\boldsymbol{H = 5.20\ ft}$$

Altura total.

Altura total = H grava + H resina + H expansión.

Altura de la grava = 1 ft

Altura de expansión = mínimo debe tener el 40 % de la altura de la resina catiónica.

H expansión = 5.2 x 0.4 = 2.6

Altura total = 1 + 5.2 + 2.6 = 8.8 ft.

Diámetro del ablandador

A= $\pi d^2/4$, reemplazando

D = 2.2 ft x 1.8 = 3.96 ft.

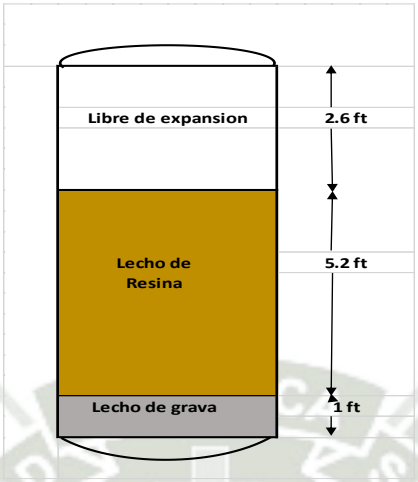
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 67

Altura de grava, resina y expansión



Nota: % de altura de resina recomendada por Resolución Ministerial 939-2011/MINSA (2011).

Dimensiones del ablandador:

H = 8.8 ft. = 2.67m

Diámetro: 3.96 ft = 1.25 m.

Considerando y ajustando las dimensiones comerciales de fabricación de los diferentes ablandadores, entonces tenemos

Altura = 2,600 mm

Diámetro: 1,300 mm

4.4.3. Especificaciones en la construcción del ablandador catiónico.

Material: Construir con plancha de fierro negro laminado en caliente ASTM 283 C

Cuerpo: espesor de la plancha de ¼”

Tapas: Deben ser bombeada y pestañadas al frío.

Registros: Deben llevar 2 registros laterales (entrada de hombre) espesor de ½”, el cuello y la brida debidamente hermetizadas con empaquetaduras de jebe con lona y empernadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Difusor superior: Este puede ser de tipo campana con agujeros de ¼” de diámetro fabricado con planchas de 3/16” de espesor o con cruceta de tubos de 1” de diámetro.

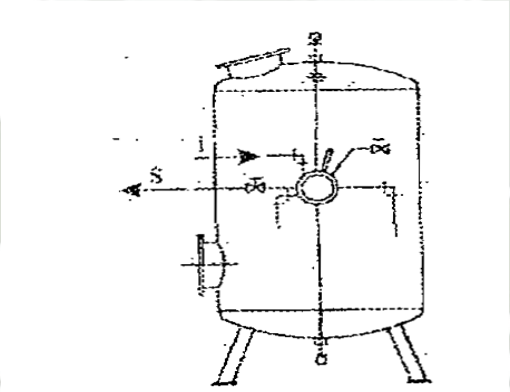
Difusor inferior: Puede ser de tipo sombrero con agujeros de ¼” de diámetro fabricado en planchas de ¼” de espesor o de tipo radial con tubos de 1” de diámetro.

Árbol de tuberías: El árbol de tuberías está conformado por una válvula múltiple de 3 posiciones llamada multiport (Ver figura 68). La posición N°1 indica el lavado en contraflujo, la posición N°2 indica la regeneración del equipo y la posición N°3 indica la del ciclo del servicio.

Soportes: Debe llevar 4 soportes fabricado en tubo de 4” de diámetro por 14” de altura terminados en disco de ¼” de espesor x 5”de diámetro.

Figura 68

Árbol de tuberías ablandador.



Sistema semi automático con válvula multiport

Nota: Distribución de tuberías con válvula multiport. Tomado de Ministerio de Salud (2011).

4.5. Filtro Grava.

4.5.1. Dimensionamiento.

El filtro de grava es utilizado para remover los sólidos suspendidos presentes y partículas presentes después del tratamiento de sedimentación de los condensados secundarios.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La velocidad de filtración recomendada es de 2.80 m^3/m^2/día.

En la planta proyectada de tratamiento de condensados, para la construcción del filtro es recomendable las mismas dimensiones calculados en el ablandador, ya que cumple con las características y función. Asimismo, cabe indicar que no es necesario en los filtros de grava la válvula multiport.

Altura = 2,600 mm y diámetro de 1,300 mm.

Volumen de grava

Fórmula 15

$$V = \pi \times h \times \frac{d^2}{4}$$

$$V = \pi \times 1.5m \times \frac{(1.3m)^2}{4}$$

$$\boldsymbol{V = 2m^3}$$

4.5.2. Distribución de lecho de grava.

La grava debe ser dura y redondeada, con una densidad relativa menor de 2.5.

La altura del lecho de grava es de 1.50 m.

Las dimensiones de la grava a utilizar en el filtro son:

Tabla 36

Dimensiones de grava

Nomenclatura	Dimensiones (pulgadas)
A	1”- ¾”
B	¾”-1/2”
C	½”-3/8”
D	3/8”-1/8”
E	1/8”-1/16”

Nota: Dimensiones varias de grava. Tomado de comercial AQUAFIL.

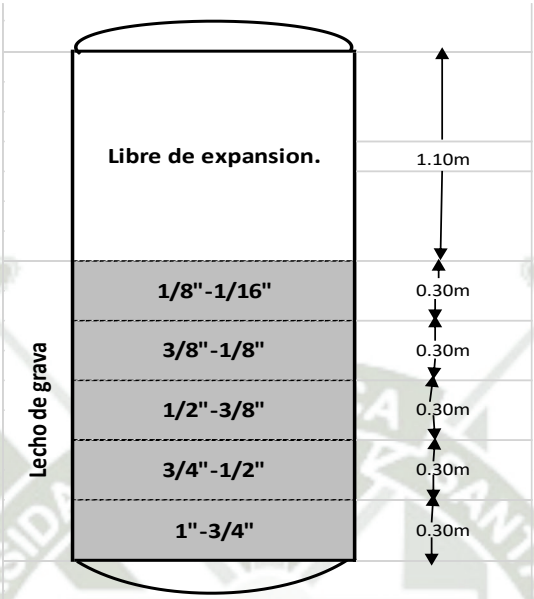
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 69

Altura de grava en el filtro.



***Nota*:** Forma de llenado de grava en el filtro, OPS/CEPIS/06.175

4.6. Filtro de carbón activado.

El carbón activado se utiliza como deodorizador, ya que elimina el olor del condensado secundario. El carbón activado contiene millones de agujeros microscópicos que atrae y captura y rompe las moléculas de contaminantes presentes. Al pasar el condensado por el lecho de carbón activado, los contaminantes se separan gradualmente y el condensado secundario se va purificando progresivamente a lo largo del filtro. Su estructura microcristalina y los poros se clasifican en microporos, mesoporos y macroporos (ver tabla 28).

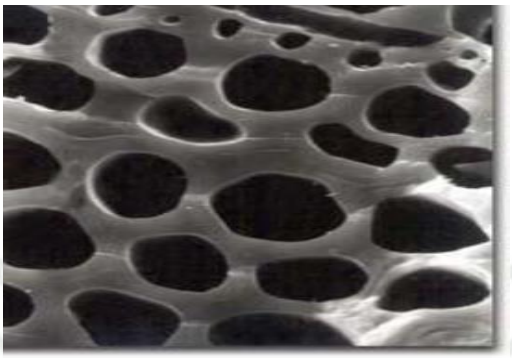
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 70

Vista microscópica de microporos del carbón activado.



Nota: Vista microscópica de un carbón activado.

4.6.1. Dimensiones

a) cálculo del diámetro del filtro de carbón activado.

Es recomendable el caudal (Qc) en el carbón activado de 10 a 30m^3/m^2/h., considerando 16.

Fórmula 16

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

$$\boldsymbol{A = \frac{20\,\frac{m^3}{hr}}{16m^3} \times 1\,\frac{m^2}{hr}}$$

$$\boldsymbol{A = 1.25m^2}$$

Con la fórmula A= πD^2/4

Despejando y reemplazando tendremos el diámetro de 1.26m = 1.30 m.

Para la construcción del filtro de carbón activado se considera el cuadro 17 y por consideración de construcción por la empresa tercera la longitud es de 2.6m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 71

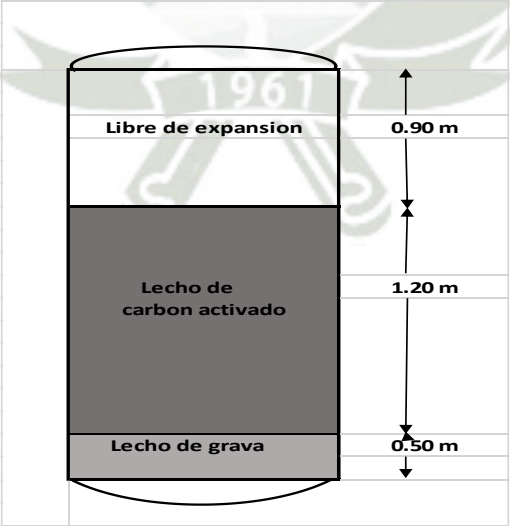
Filtro de carbón activado (H=2600mm, ©=1300mm).

Nota: Un filtro de carbón activado. Tomado de Aquapedia.net (2018).

La altura de lecho de cama del carbón activado en el filtro se recomienda que debe tener de 24” a 46” y la altura de libre expansión mínimo el 50% de lecho cama de carbón activado.

Figura 72

Altura de lecho carbón activado.



Nota: Manera de llenado del carbón activado en el interior del filtro. NTP.311.331.1998.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7. Mezclador estático.

Los mezcladores estáticos basados en el principio de mover los flujos radialmente por medio de una serie de deflectores. Los mezcladores estáticos son dispositivos que son utilizados para operación continua. Pueden lograr un alto grado de homogeneidad en una corta longitud de tubería.

4.7.1 Selección de mezclador estático.

De acuerdo con la tabla 37 se selecciona el tipo de mezclador estático, considerando que la mezcla es entre los condenados secundarios o agua de pescado y el coagulante y floculante, cuya viscosidad es baja y solubilidad en el agua.

El condensado secundario y los aditivos aplicados son miscibles, por lo que a cualquier proporción van a constituir una mezcla homogénea.

Acorde a la tabla 37 se debe utilizar un mezclador estático tipo KMS. EL tipo KMS es un mezclador de cinta trenzado, con giros alternativos de izquierda a derecha.

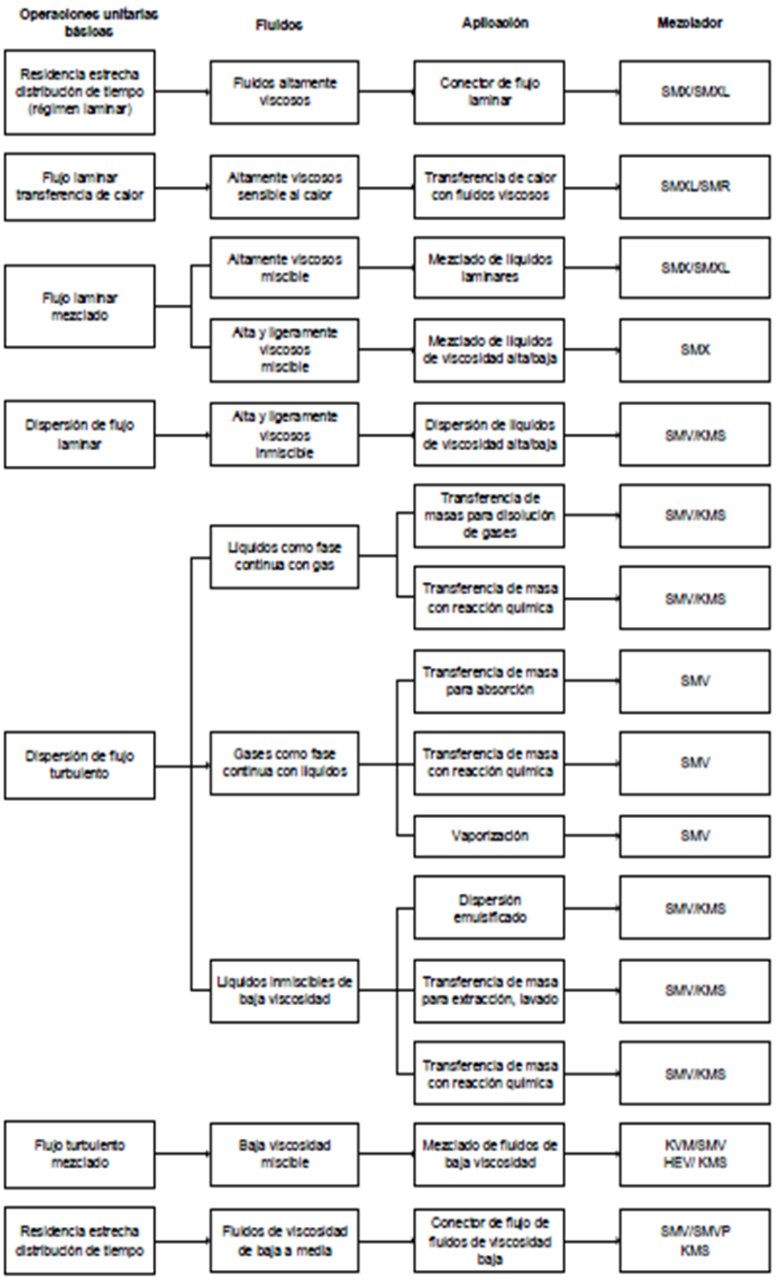
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 73

Selección de tipo de mezclador estático.



Nota: Cuadro para la selección del mezclador estático. Tomado John Wiley & Sons (2004).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

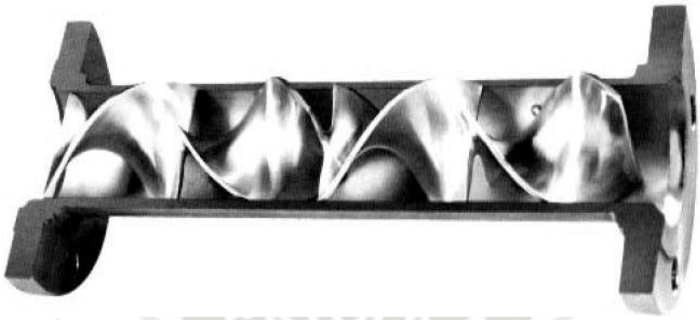
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.2. Mezclador estático KENICC, tipo KMS.

Figura 74

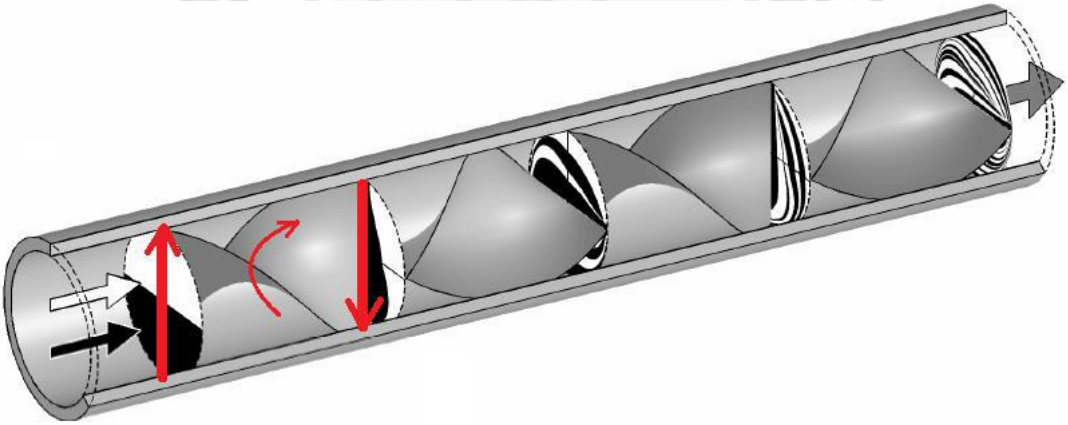
Keniks KMS (mezclador de cinta trenzada).



Nota: Parte interna del mezclador KMS. Tomado John Wiley & Sons (2004).

Figura 75

Mezclador estáticos Keniks KMS con ángulo de torsión de 180°



Nota: Flujo del condensado en el mezclador. Tomado John Wiley & Sons (2004).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

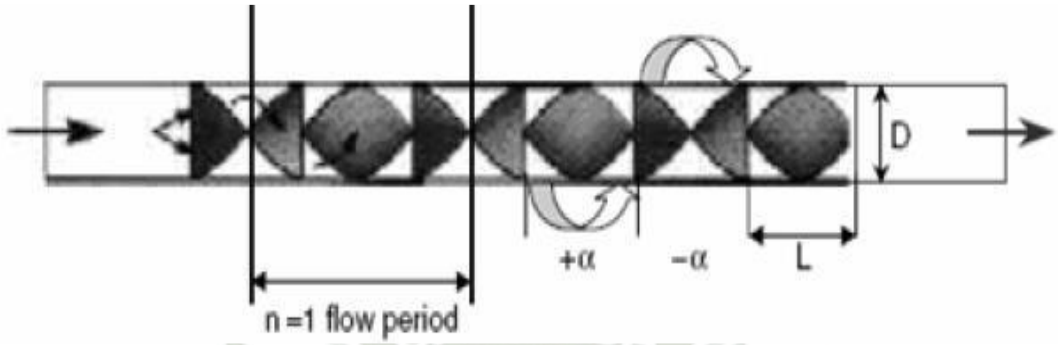
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.3. Dimensiones del mezclador estáticos.

Figura 76

Dimensiones generales de una hélice mezcladora de un mezclador Kenics KMS.



Nota: Dimensiones del mezclador estático. Tomado John Wiley & Sons (2004).

Dónde:

D: Diámetro de hélice (coincide con el diámetro interno de la tubería principal)

L: Largo de un elemento de hélice

Acorde a el cuadro 41 se selecciona el mezclador estático marca Keniks de tipo KMS con un ángulo de torsión de hélice de 180°C, largo total de 460mm.

Tabla 37

Dimensiones mezclador estático Kenics KMS.

Parámetro Geométrico	Símbolo	Valor	Unidad
Diámetro interno	D	60	Mm
Relación de aspecto elemento hélice	l/D	1.5	-
Largo total	L	230-460	Mm
Espesor de hélice	E	2	Mm
Angulo de torsión de hélice	α	90-120-150-180	Grados

Nota: Especificaciones del mezclador estáticos. Tomado John Wiley & Sons (2004).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.8. Tuberías.

4.8.1. Cálculo del diámetro de tubería.

Fórmula 17

Q = v x A

Dónde: Q = caudal …… v = velocidad ……. A = área.

$$Q = 20\,\frac{m^3}{hr}$$

$$\boldsymbol{Q = 0.0055\,\frac{m^3}{seg}}$$

v = La velocidad recomendada para diseño de impulsión es de 1.5 m/s, esta velocidad asegura la auto limpieza de la línea.

$$v = 1.5\,\frac{m}{seg}$$

Cálculo del Área:

Fórmula 18

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

$$\boldsymbol{A = \frac{0.0055\,\frac{m^3}{seg}}{1.5\,\frac{m}{seg}}}$$

$$\boldsymbol{A = 0.003m^2}$$

Cálculo del diámetro de la tubería.

Fórmula 19

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

Despejando tenemos

$$\boldsymbol{D^2 = 4 \times \frac{A}{\pi}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$D^2 = 4 \times \frac{0.003m^2}{\pi}$$

$$\boldsymbol{D = 0.06m \approx 2plg}$$

Diámetro de la tubería: 2 pulgadas.

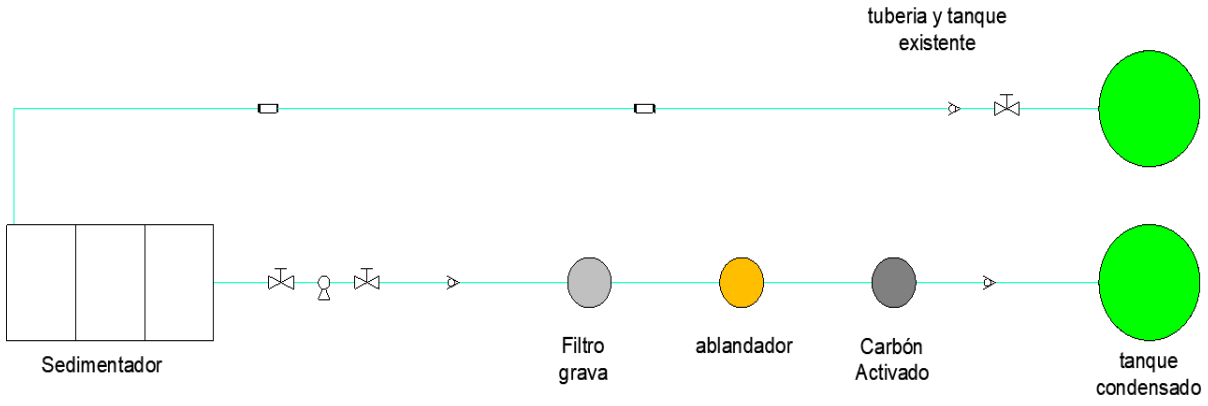
La tubería para emplear es de acero al carbono de cédula 40. (SCH 40).

4.8.2. Distribución de Tubería.

En el presente estudio de Instalación de una planta de tratamiento de condesados secundarios o agua de pescado, se presenta la distribución de tubería de acero de diámetro 2”. Solo en la succión antes de la bomba se utilizará una tubería de diámetro de 4”, como prevención de la cavitación de la bomba.

Figura 77

Tuberías planta de tratamiento de condensados.



Nota: Vista de planta del tratamiento de condensados secundarios.

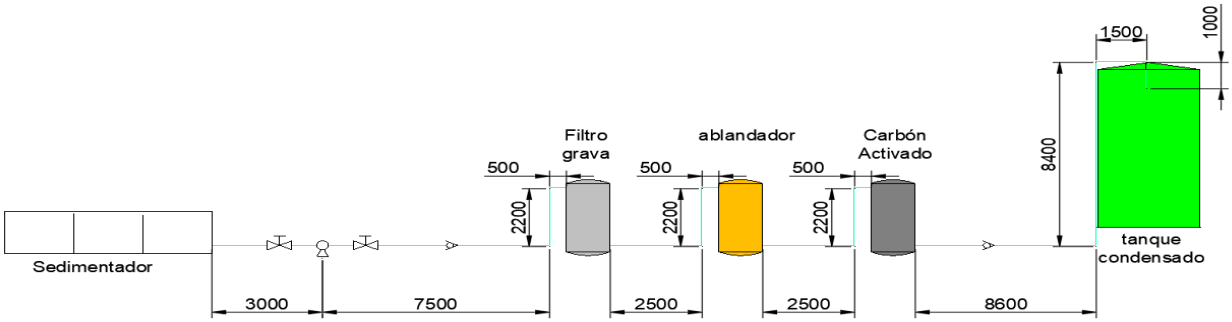
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 78

Tuberías de planta tratamiento de condensados (perfil).



Nota: Equipos en planta de tratamiento de condensados secundarios.

4.8.3 Longitud tuberías

Después de la sedimentación en tratamiento de condensados.

Tuberías.

Succión: (antes de la bomba centrifuga)

Tubería succión acero 4” de diámetro SCH 40

Longitud de succión = 3 m.

Descarga: (después de la bomba centrifuga).

Tubería descarga acero 2” de diámetro SCH 40.

Longitud de descarga = 40 m.

Accesorios.

a) Succión: Toma de agua

Válvula compuerta: 1 Pz.

b) Descarga: Válvula compuerta: 1

Check = 2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Codos de 90° = 12.

Ingreso de condensados de planta evaporadora a la sedimentación.

Tuberías.

a) Succión. Tubería succión acero 4” de diámetro SCH 40

Longitud de succión = 3m.

b) Descarga: Tubería de descarga acero 2” de diámetro SCH 40.

Longitud de descarga = 22 m

Accesorios.

a) Succión: Válvula compuerta: 1

b) Descarga: Check = 1

Bridas = 4

Conectores = 4

Codos de 90° = 2.

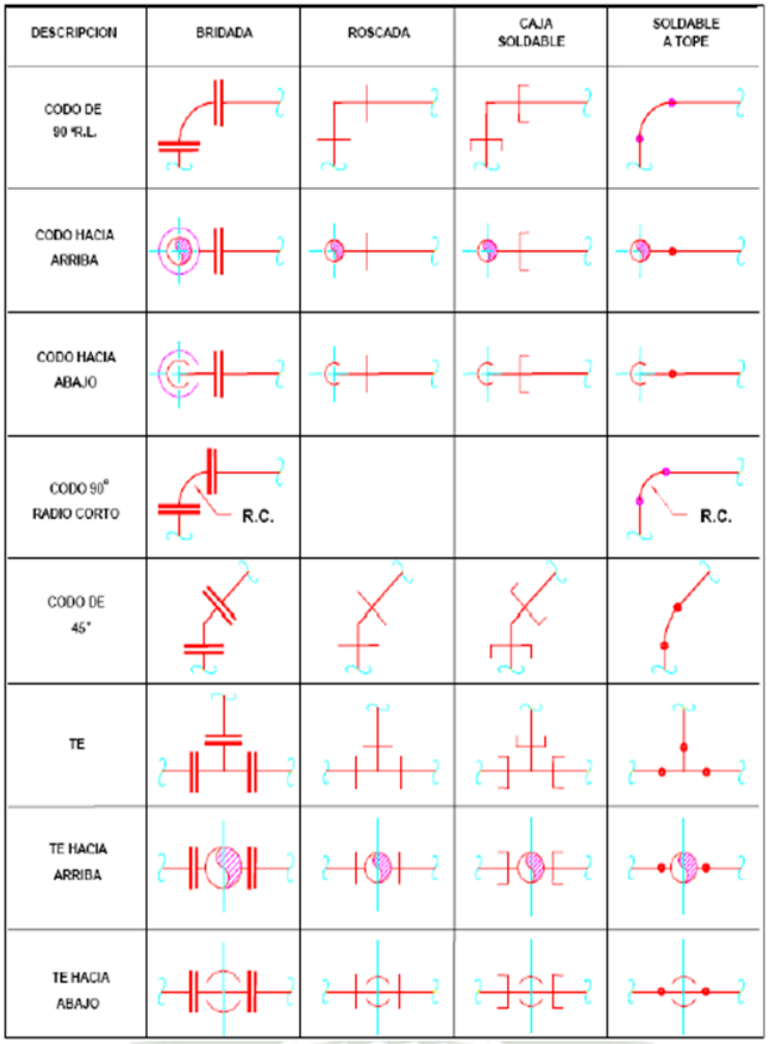
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 79

Simbología conexiones de tuberías.



Nota: En cuadro se establece la simbología de las conexiones de las tuberías.

4.9. Bombas.

4.9.1. Datos del sistema de bombeo.

Longitud de succión: 3 m

Longitud de descarga: 40 m

Caudal: 88 GPM

Tubería succión acero 4” SCH 40

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tubería descarga acero 2” SCH 40

Viscosidad cinemática a 60°C: 0.475 x $10^{-6}m^2/s$

Densidad a 60°C: 9.65 Kn/m^3

Presión de tanque = 150 Kpa.

4.9.2. Cálculo de la altura de bombeo.

Empleamos la ecuación de energía.

Fórmula 20

$$\left(\frac{P_1}{\&}+\frac{v_1^2}{2g}+z_1\right)+h_{bombeo}-h_{fricción}-h_e=\left(\frac{P_2}{\&}+\frac{v_2^2}{2g}+z_2\right)$$

Simplificando la ecuación:

P_1 = la presión manométrica en pozas es o a 1 atm. Por lo que sería 0, quedaría nulo $P_1/\&$

V_1 = velocidad es tan pequeña que se considera 0, quedaría nulo $v^2{}_1/2g$

Z_1 = 1.60 m

$h_{e\,=\,1xtraida}$ = 0, pues no hay una turbina.

v_2 = no hay velocidad por lo tanto es nula.

Z_2 = 16 m

La ecuación de energía quedaría simplif1icada:

$$z_{1+h_{bombeo}-h_{fricción}=\frac{P_2}{\&}+z_2}$$

despejando tenemos.

$$h_{bombeo}=\frac{P_2}{\&}+(z_2-z_1)+h_{fricción2}$$

Se procede a calcular termino por termino.

$$\frac{P_2}{\&}=\frac{150Kpa}{9.66\frac{Kn}{m^3}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\frac{\boldsymbol{P_2}}{\&} = \mathbf{15.53}\boldsymbol{m}$$

$$(z_2 - z_1) = 16m - 1.60m$$

$$(\boldsymbol{z_2} - \boldsymbol{z_1}) = \mathbf{14.4}\boldsymbol{m}$$

$$h_{fricción} = (h_{mayor} + h_{menor})_{succión} + \left(h_{mayor} + h_{menor}\right)_{descarga}$$

$$h_{fricción} = (f \times \frac{L}{D} \times \frac{v_s^2}{2g} + \sum k \times \frac{v_s^2}{2g}) + (f \times \frac{L}{D} \times \frac{v_d^2}{2g} + \sum k \times \frac{v_d^2}{2g})$$

Resolviendo por partes.

En la Succión:

$$f \times \frac{L}{D} \times \frac{v_s^2}{2g}$$

L_s =3m.

D_s = 4" SCH 40 = 102.3 mm

$$v_s = \frac{Q}{A_s}$$

$$A_s = \pi \times \frac{d^2}{4}$$

$$A_s = \pi \times \frac{(102.3 \times 10^{-3}m)^2}{4}$$

$$A_s = 8.21 \times 10^{-3}m^2$$

$$v_s = \frac{0.0055\frac{m^3}{seg}}{8.21 \times 10^{-3}m^2}$$

$$v_s = 0.70\frac{m}{seg}$$

F_s = primero calculamos si el flujo es laminar o turbulento por Reynold.

$$R_e = \frac{v_s \times D_{is}}{v_{ct}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\boldsymbol{R_e = \frac{0.70\,\frac{m}{seg} \times 102.3 \times 10^{-3} m}{0.475 \times 10^{-6}\,\frac{m^2}{seg}}}$$

$R_e = 150\ 750.00$

Re es > 4,000 entonces es un flujo turbulento.

Hallamos F_s.

$$f_s = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7 \times (\frac{D}{E})} + \frac{5.74}{R_e{}^{0.9}}\right)\right)^2}$$

Hallamos tabulando la E (rugosidad) absoluta en tablas.

E = 0.05 del acero

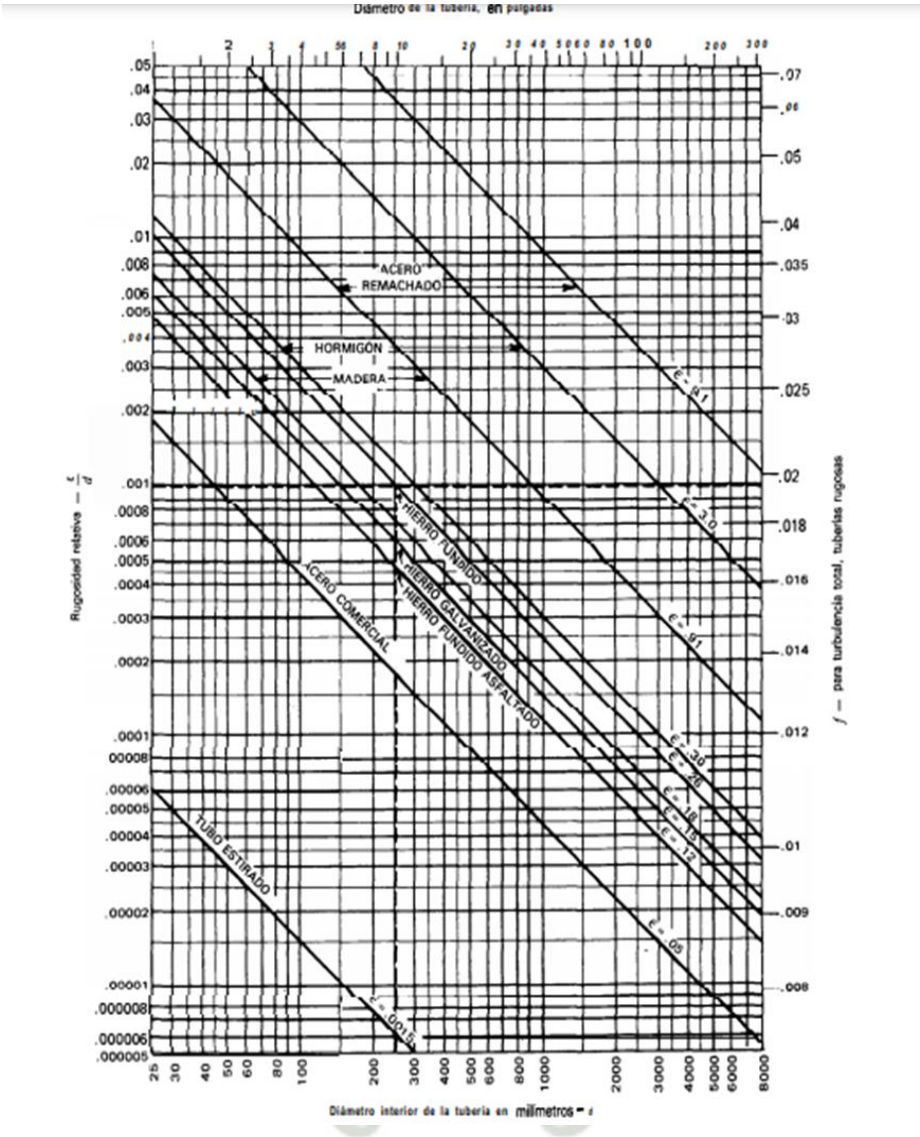
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 80

Rugosidad relativa de los materiales de las tuberías factor de fricción para flujo en régimen de turbulencia total.



Nota: Gráfico para determinar el factor de fricción de las tuberías.

Reemplazando

$$f_s = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7 \times (\frac{102.3mm}{0.05})} + \frac{5.74}{150\ 575^{0.9}}\right)\right)^2}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$F_s = 0.02$.

Calculamos

$$\frac{v_s^2}{2g}$$

$$\frac{v_s^2}{2g} = \frac{\left(0.70\frac{m}{seg}\right)^2}{2 \times 9.81\frac{m}{seg}}$$

$$\frac{v_s^2}{2g} = 0.03m$$

$$h_{mayor} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v_s^2}{2g}$$

$$h_{mayor} = 0.02 \times \frac{3m}{102.3 \times 10^{-3}m} \times 0.03m$$

$$h_{mayor} = 0.02m$$

Entonces h_{mayor} de succión = 0.02 m.

Calculamos $\sum k \times \frac{v_s^2}{2g}$ es succión menor.

Primero tabulamos en tablas para hallar el factor K

En la toma de agua del sedimentador hay un resalte. K = 0.78

Para válvulas compuerta. K = 8 ft, buscamos el valor de ft en tablas y es ft = 0.017; entonces

K = 8(0.017) = 0.136.

$$\sum k = 0.78 + 0.136$$

$$\sum k = 0.92$$

H_{menor} de succión = (0.92) x (0.03) = 0.028

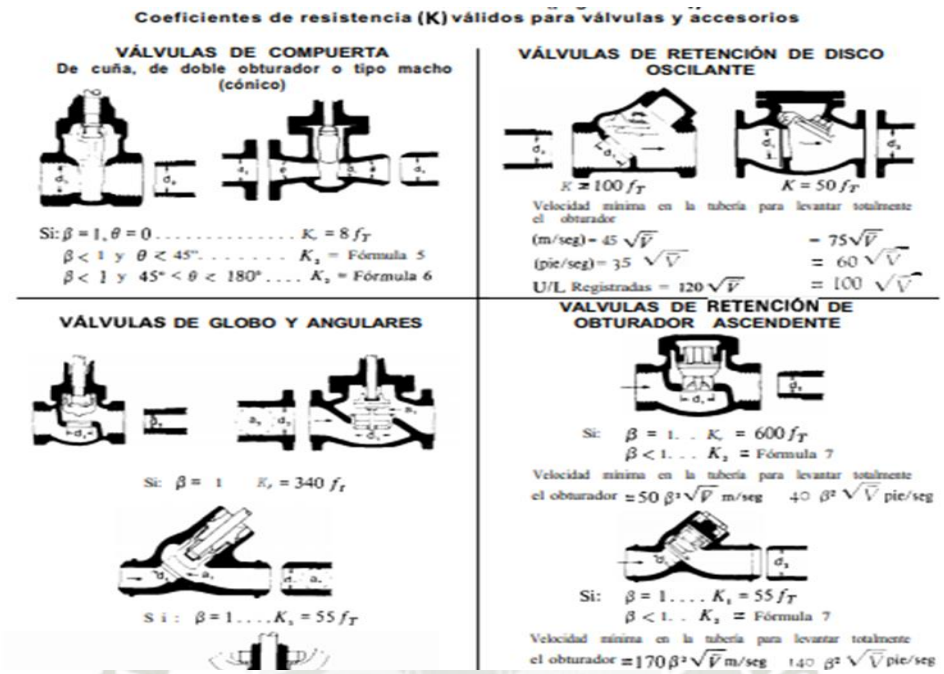
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 81

Coeficientes de resistencia K



Nota: Cuadro para determinar el coeficiente de resistencia.

En la Descarga:

Fórmula 21

$$f \times \frac{L}{D} \times \frac{v_d^2}{2g} + \sum k \times \frac{v_d^2}{2g}$$

Resolviendo por partes.

$L_d = 40m$

D $_d$ = 2” SCH 40 = 52.5 mm.

Calculando la v de descarga.

$$v_d = \frac{Q}{A_d}$$

$$A_d = \pi \frac{(52.5 \times 10^{-3} m)^2}{4}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\boldsymbol{A_d = 2.16 \times 10^{-3} m^2}$$

$$v_d = \frac{0.0055 \frac{m^3}{seg}}{2.16 \times 10^{-3} m^2}$$

$$\boldsymbol{v_d = 3.55 \frac{m}{seg}}$$

$$v_d^2 = \frac{\left(3.55 \frac{m}{seg}\right)^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{seg}}$$

$$\boldsymbol{v_d^2 = 0.64 m}$$

Cálculo de F, primero el número de Reynold

$$Re_d = \frac{\left(3.55 \frac{m}{seg}\right) \times (52.5 \times 10^{-3} m)}{0.475 \times 10^{-6} \frac{m}{seg}}$$

$$Re_d = 322\ 368$$

Es un flujo turbulento.

$$f_d = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7 \times (\frac{D}{E})}\right) + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)^2}$$

$$f_d = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7 \times (\frac{52.5\ mm}{0.05\ mm})}\right) + \frac{5.74}{322\ 368^{0.9}}\right)^2}$$

$$f_d = 0.03$$

$$h_{mayor} = \frac{0.03 \times (40m)}{52.5 \times 10^{-3} m \times 0.64}$$

$$h_{mayor} = 14.63$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Calcular descarga menor:

$$\sum k \times \frac{v_d^2}{2g}$$

Tabulando en tablas hallamos el factor K.

2 válvula check = 600 ft. El ft en tablas de acero = 0.018 entonces. 600 x 0.018x 2 = 21.60.

Válvula compuerta = 8 ft, entonces 8 x 0.018 = 0.14

Ingreso a tanque= 1

12 codos de 90° = 30 ft. Entonces 12x30x0.018 = 6.48

∑K = 10.8 + 0.14 + 1 + 6.48 = 18.42.

H_{menor} = (18.42) (0.64) = 18.70

Reemplazando calculamos la altura de bombeo.

H_{bombeo} = 15.53m+ 14.4m + 0.02m + 0.028m + 14.63 + 18.70 = 63.31m

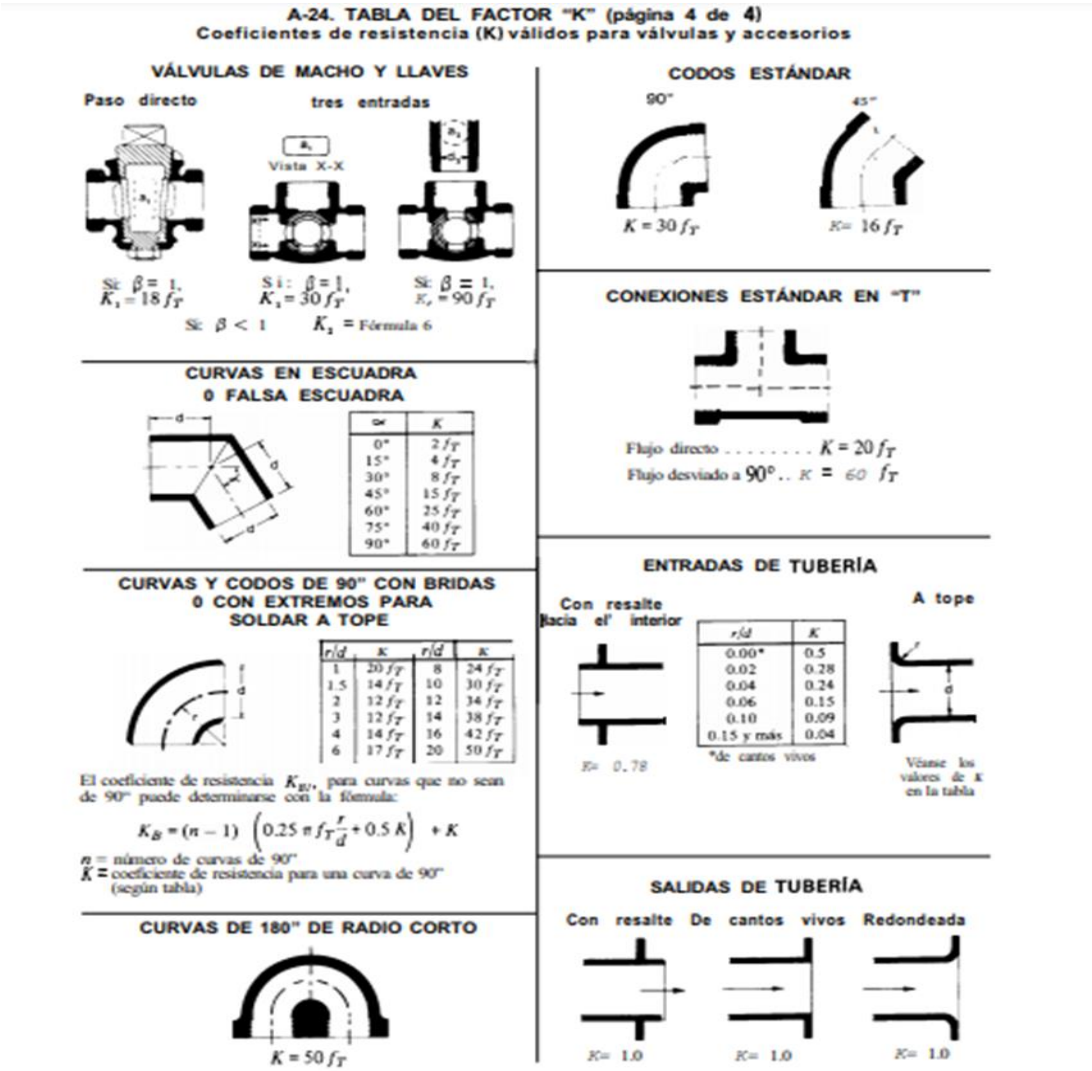
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 82

Factor K.



4.9.3. Selección de bomba.

De acuerdo con tablas de centrifugas Hidrostal

Tabulando el caudal de 6 l/seg y altura de bombeo de 63.31 m

La serie de la bomba centrifuga es de 65- 315

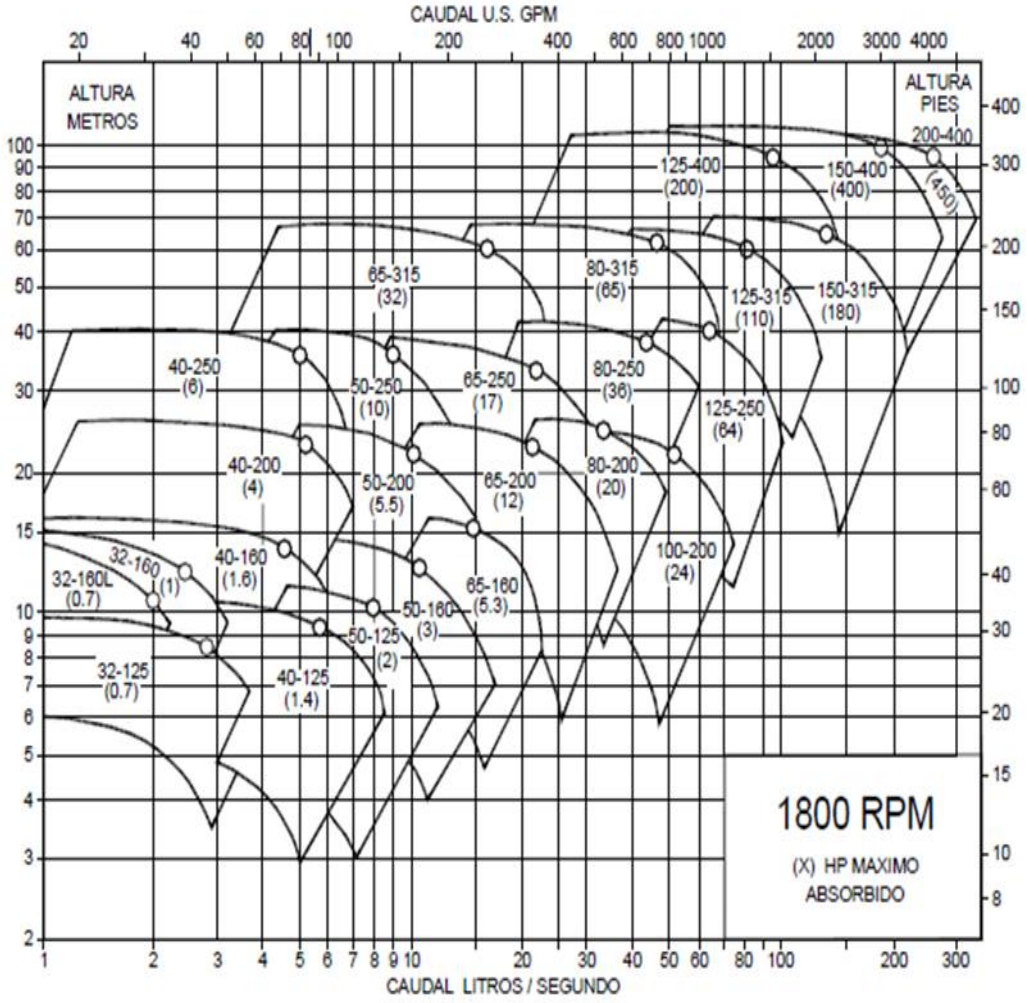
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 83

Serie de bomba centrífuga.



Nota: En el gráfico se determina la serie de la bomba centrífuga

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

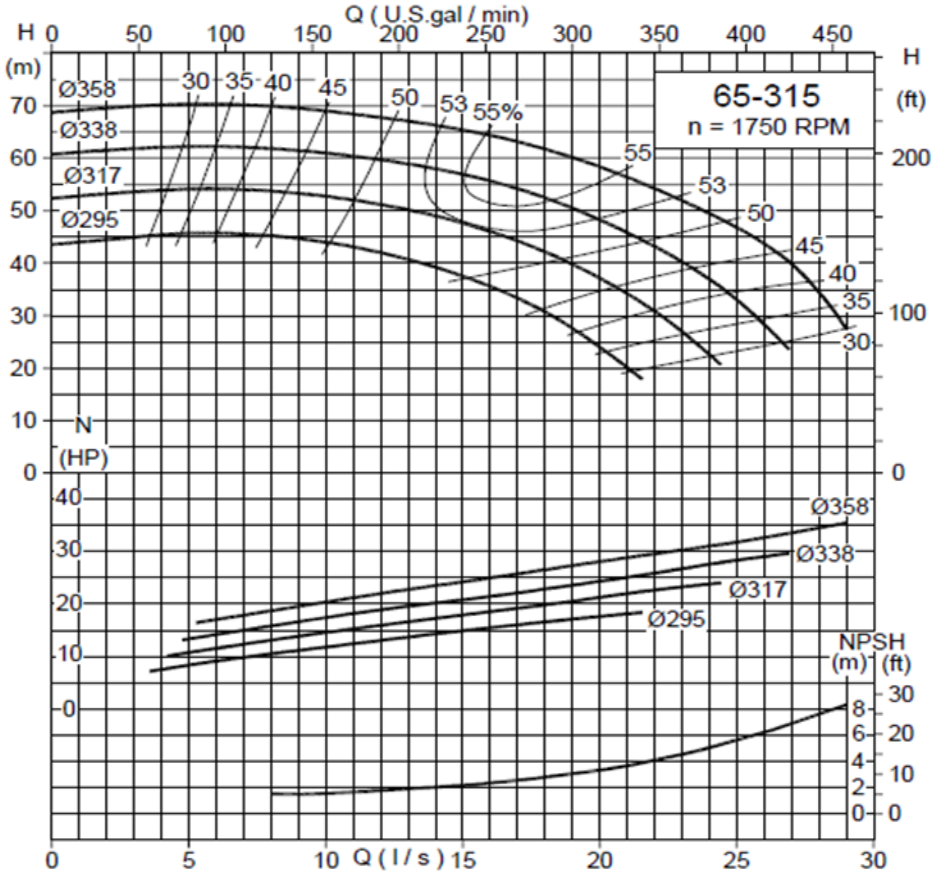
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En la figura 84 se tabula y tenemos el modelo.

Figura 84

Modelo de bomba.



Nota: Por tabulación se determina el modelo de bomba.

4.9.4. Cálculo de la potencia.

Fórmula para una eficiencia de 70 %

Fórmula 22

$$HP = Q \times \frac{H}{76 \times 0.70}$$

Reemplazando

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$HP = 6\ lts \times \frac{63.31m}{76 \times 0.70}$$

$$HP = 7.14$$

Lo llevamos a lo comercial sería un motor eléctrico de 10 o 15 HP.

4.10. Bomba dosificadora

Para seleccionar se tiene en cuenta las diferentes variables de dosificación en el tratamiento de los condensados secundarios.

De acuerdo con catálogos se selecciona la bomba dosificador marca Neptune modelo PZA 32.

Figura 85

Bomba dosificadora.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 86

Especificaciones de bomba dosificadora.

TABLA DE RENDIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES Para capacidades mayores, ver boletin DP-500E.

ESPECIFICACION ▼ TAMAÑO ▶	Tipo PZ, PZi4 y PZi8				Tipo PZD y PZi	
	□-31 Hi.Pres.	□-31	□-61	□-12	□-32	□-52
Maximo volumen de descarga GPH (ml/min)	0.44 (28)	0.48 (30)	0.95 (60)	1.6 (100)	5.7 (360)	8.5 (540)
Maxima presion de descarga (Kg/cm^2)	220 psi (16)	140 psi (10)	115 psi (8)	60 psi (4)	45 psi (3)	30 psi (2)
Longitud de carrera (mm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
Conexion	TUBO 1/4" DE	TUBO 3/8" DE x 1/4" DI			MANGUERA18 mm DE x 12 mm DI	
Requerimientos de energia	Cualquier fase singular da 50/60 Hertz de 94 to 264 VAC					
Maximo consumo de energia (VA)	200	200	250	250	500	500
Consumo promedio de energia (W)	15	15	18	18	30	30

Nota: Tabla para la selección de la bomba dosificadora.

4.11. Tablero eléctrico.

La acometida eléctrica que suministra la empresa de servicios eléctricos al tablero general de cada planta pesquera en Mollendo viene con 10,500 voltios.

En Planta pesquera Mollendo cuenta con transformadores Brown Boveri de 10,500 voltios a 220voltios.

Todas las plantas pesqueras cuentan con grupos electrógenos, ya que, por su ubicación en zonas costeras lejos de la ciudad, se presentan imprevistos en el suministro de energía y entonces momentáneamente la energía eléctrica de empresa proveedora lo reemplazan por la energía eléctrica generada por sus grupos electrógenos, el cuales y también considerado en los costos de planta. la planta pesquera Mollendo cuenta con grupos electrógenos Caterpillar D – 398 de 860 HP y generador de 600 KW.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

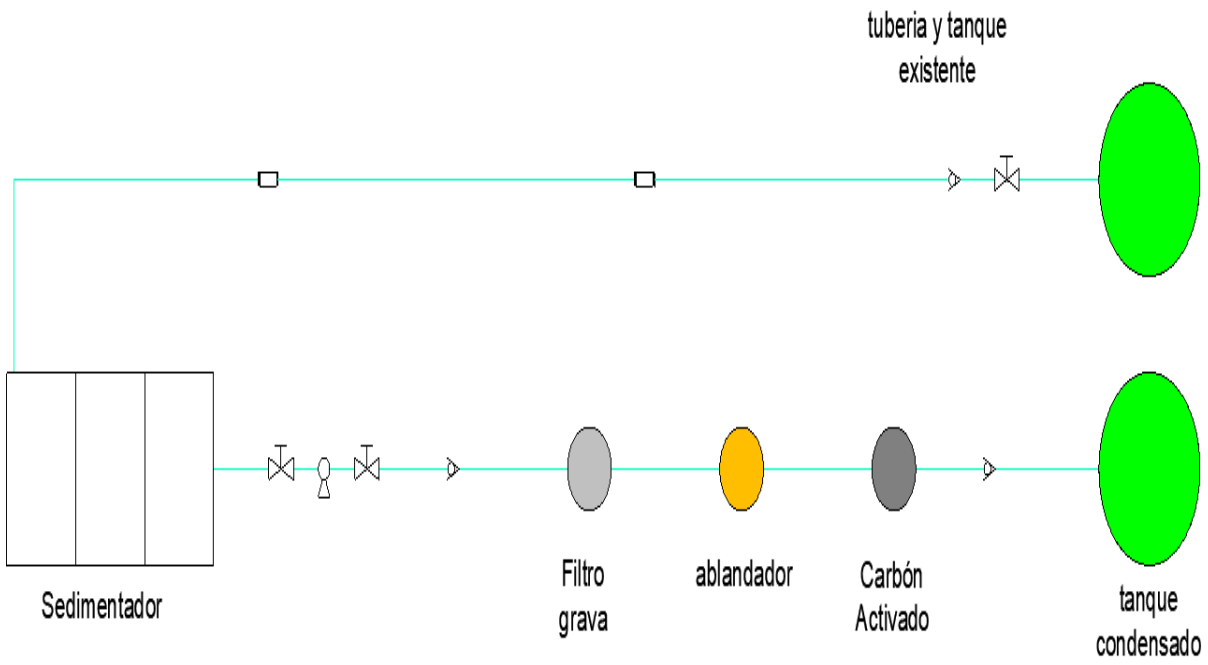
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.11.1. Lay out.

Se presenta el lay out de la distribución de energía eléctrica de la planta propuesta en el presente estudio.

Figura 87

Eléctrico.



Nota: Esquema del loyo ut eléctrico de planta de tratamiento de condensado.

4.11.2. Selección de materiales.

Selección de materiales para la instalación de motor eléctrico trifásico de inducción en arranque directo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 38

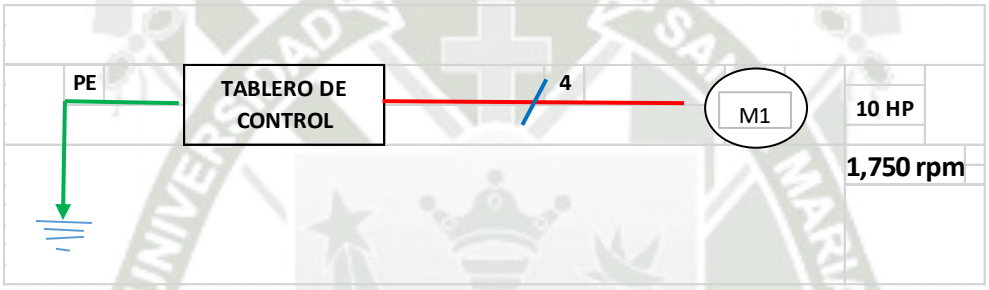
Motor eléctrico de planta de tratamiento de condensados secundarios.

Motor eléctrico	Potencia HP	Tensión V	Eficiencia %	Factor Potencia	Tipo arranque	Distancia tablero
M1	10	220	80	0.80	Directo	12 m

Nota: especificaciones del motor eléctrico con 4 cables, 3 que alimentan y 1 a tierra.

Figura 88

Tablero eléctrico y motor eléctrico.



Nota: Lay out del tablero eléctrico.

Se recomienda usar conductores tipo THW, tendido en tubo PVCSAP temperatura ambiente máxima 36°C. Ambiente de trabajo moderado. Servicio continuo.

Cálculo de la corriente nominal del motor (In).

Fórmula 23

$$In = HP \times \frac{746}{\sqrt{3} \times vn \cos \emptyset}$$

Reemplazando.

$$In = 10 \times \frac{746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.80 \times 0.80}$$

$$\boldsymbol{In = 31A}.$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Selección del disyuntor del motor.

Se realiza en función de la corriente nominal del motor.

Id ≥ In Id ≥31

Selección del contactor electromagnético.

Se selecciona en base a la corriente nominal del motor.

Le ≥In Le ≥31 A.

El contactor de potencia debe ser mayor a la corriente nominal

Elegimos un contactor de 32 A, con bobina de 220v /60 Hz y un contactor auxiliar normalmente abierto.

Selección del relé térmico diferencial.

Se selecciona en función de la corriente nominal del motor (In). Siempre que sea posible esta corriente debe estar ubicada en el punto medio de la amplitud comprendida entre el índice mínimo y máximo de regulación del relé.

La amplitud será seleccionada teniendo en cuenta que entre el índice mínimo y máximo deberá existir una relación de 1 a 1.6.

Índice de regulación mínima

Imin = In x 0.8 = 31 x 0.8 = 24.8 = 25

Índice de regulación máxima.

Imax= In ÷ 0.8 = 38.75 = 39.

Con estos datos seleccionaremos el relé, tenemos el relé térmico diferencial con rango de 25 – 39 A.

Selección de los conductores de alimentación del tablero al motor.

Para seleccionar los conductores, se recomienda aplicar dos métodos: por capacidad de corriente y por caída de tensión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Del motor al tablero irán 4 conductores (3 conductores de alimentación y 1 de protección), de igual sección. La sección mínima permitida para fuerza motriz es del conductor N°14 AWG (0.08mm2)

Cálculo por capacidad de corriente.

Observando el cuadro N°46 de la tabla de cables eléctricos, de conductores tipo THW, tenemos una capacidad de corrientes de 40 A, para instalación en tubo, que corresponde a un conductor N°8 AWG

Tabla 39

Calibre de cables eléctricos.

AMPERAJE-CABLE DE COBRE			
TIPO DE AISLANTE	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
NIVEL DE TEMPERATURA	60°	75°	90°
CALIBRE DE CABLE	AMPERAJE SOPORTADO		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Nota: Cuadro de tipo de calibre de cables eléctricos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A este valor se le aplica los factores de corrección por temperatura y por agrupamiento de conductores en tubo (ver cuadro 47 y 48 en tablas)

40 x 1.05 x 0.8 =33.6= 37 A

El valor obtenido es 37 A es mayor que la corriente consumida por el motor en plena carga (31 A)

Cálculo de la tensión.

La caída de tensión máxima permitida es del 3 % dela tensión de la línea

Fórmula 24

$$S = \left(0.309 \times \frac{\sum L \times \cos \emptyset}{\%v \times V}\right) \times 100$$

Donde:

S = Selección de conductor en mm2.

∑= Sumatoria de la corriente en amperios.

L = Longitud de la instalación en metros.

Cos Ø = Factor de potencia

%v = caída de tensión máxima (3%)

V = Tensión de la línea en voltios.

Tenemos como referencia el conductor que se obtuvo en cálculo por capacidad de corriente de conductor N° 8 AWG. (8.36mm2)

La caída de tensión será:

$$\%v = \left(\frac{0.309 \times 31 \times 12 \times 0.8}{8.36 \times 220}\right) \times 100$$

$$\%v = 0.50$$

%v = 0.50 < 3 %

Por lo tanto, el conductor seleccionado para instalar el motor es de 8 AWG tipo THW.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El conductor de protección (PE) también será del mismo calibre.

Tabla 40

Capacidades de corriente permisible en conductores de 0 a 2000 V

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C TIPOS TW*, UF*	75°C TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	90°C TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	60°C TIPOS TW*, UF*	75°C TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	90°C TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm^2	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o Kcmils
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

Nota: Tabla de capacidad de corriente permisible.

Tabla 41

Valor por número de conductores.

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje del valor de las Tablas, ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Nota: Tabla de valor de números de conductores.

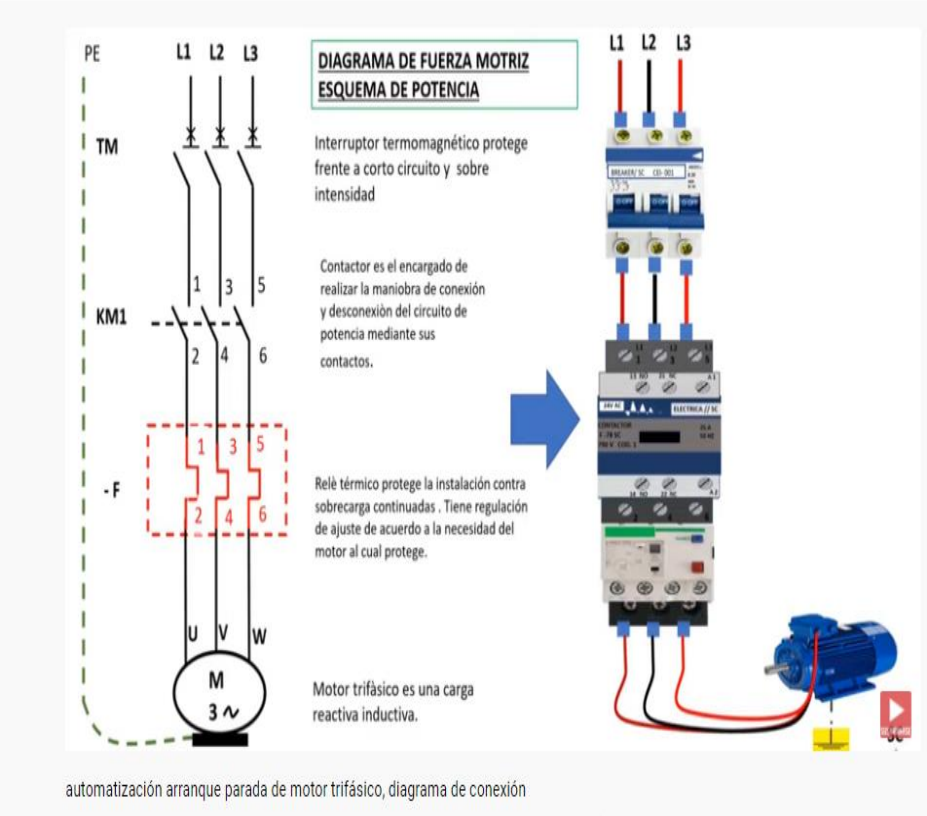
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 89

Fuerza motriz.



Nota: Diagrama de fuerza motriz.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. Costo de planta tratamiento de condensados proyectado.

Evaluación económica es para medir los beneficios económicos y aceptación del proyecto.

5.1.1. Costo de diseño de ingeniería.

Tanque de condensados.

Tabla 42

Costo tanque de condensados.

COSTO DIRECTO TANQUE DE 42 $m3$

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR S/	PRECIO S/
	Cuerpo de tanque				
1	Planchas ASTM A36 2,400,1200,5mm(cuerpo)	Kg	3,431.95	2.97	10192.88
2	Planchas ASTM A36 2,400,1200,9mm(fondo)	Kg	895.27	2.97	2658.95
3	Planchas ASTM A36 2,400,1200,5mm(techo)	Kg	596.86	2.97	1772.67
	Sub total				14624.50
	Sumidero de tanque				
4	Tubería SCH 40 de 4" (sumidero)	Unid.	0.50	524.00	262.00
5	Codo 90° SCH 40 (sumidero)	Unid.	1.00	14.61	14.61
6	Planchas ASTM A36 2,400,1200,6mm(sum)	Kg	33.56	2.97	99.67
	Sub total				376.28
	Entrada hombre 24" (techo)				
7	Planchas ASTM A36 2,400,1200,6mm(entra)	Kg	52.35	2.97	155.48
8	Pernos 1/2" x 4 " agujero de 5/8"c/tuerca	Unid.	20	3.5	70.00
9	Empaque 1/8"Ø600intØ820ext	Unid.	1	439.7	439.70
	Sub total				665.18
	Entrada hombre 30" (cuerpo)				
10	Planchas ASTM A36 2,400,1200,12mm(entra)	Kg	72	2.97	213.84
11	Pernos 3/4" x 5 " agujero de 7/8"c/tuerca	Unid	42	4.5	189.00
12	Empaque 1/8"Ø750intØ850ext	Unid	1	419.25	419.25
	Sub total				822.09
	Mano de Obra				
13	Fabricacion habilitado de tanque 42m3	HH	336	14.50	4872.00
14	Montaje tanque	HH	448	14.50	6496.00
15	EPP-Seguros-Complementario	Glb	1	3,000.00	3000.00
	Sub total				14368.00
	Consumibles				
16	Soldaduras	Kg	40	20.00	800.00
17	Abrasivos - escobillas	Glb	1	300.00	300.00
18	Gases	Glb	2	300.00	600.00
	Sub total				1700.00
	Acabados				
19	Arenado	m2	160	11.00	1760.00
20	Pintado Mano de Obra	m2	160	36.00	5760.00
21	Pintura en GLN interior 16mils	m2	85	40.41	3434.85
22	Pintura en GLN exterior 8mils	m2	75	14.36	1077.00
	Sub total				12031.85
	Servicios				
23	Servicio de rolado de planchas	Kg	3300	0.80	2640.00
24	Otros (Alquileres) Contingencia	Glb	1	400.00	400.00
	Sub total				3040.00
	Equipos y herramientas				
25	Gruas - movimientos obra	H/maq	20	200.00	4000.00
26	Kit de herramientas	Glb	1	500.00	500.00
27	Andamios Tecniacero Tipo Peri	Glb	1	1000.00	1000.00
	Sub total				5500.00
	Estudio				
28	Planos de ingenieria	Glb	1	2000.00	2000.00
29	Estudio del proyecto	Glb	1	3000.00	3000.00
	Sub total				5000.00
	Imprevistos				
30	Imprevistos y adicionales	Glb	1	2000.00	2000.00
	TOTAL				**60127.90**

Nota: Resultado de costo para cada tanque de condensados, tenemos 2 tanques el costo total es S/. 120,255.80.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sedimentador.

Se elaboró el cuadro 24 de materiales y mano de obra para la construcción del sedimentador de 3 compartimentos.

Tabla 43

Costo de sedimentador.

	COSTO DIRECTO MATERIALES,M.O. SEDIMENTADOR 30 m3				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR S/	PRECIO S/
	SEDIMENTADOR				
1	Malla 3/8" ©25	Pz	30.00	20	600.00
2	Varilla Fe 3/8" Fy 4,200/cm2	Pz	22.00	20	440.00
3	Alambre N° 16	Kg	40	6	240.00
4	Cemento portland tipo 4	Bls	50	25	1250.00
5	Arena limpia lavada	m3	10.00	28.00	280.00
6	Piedra chancada maximo de 3/4"	m3	20.00	15	300.00
7	Pintura epoxica interior	m2	70	14.36	1005.20
8	Pintura epoxica exterior	m2	33	13.5	445.50
9	EPS Seguro complementario	Glb	1	500	500.00
10	Estudio de ingenieria	Glb	1	1500	1500.00
11	Planos	Glb	1	500	500.00
12	Imprevistos	Glb	1	1000	1000.00
13	Herramientas	Glb	1	500	500.00
14	Mano de obra total directa	Glb	1	5000	5000.00
	TOTAL				13560.70

Nota: Resultado del costo del sedimentador en Planta tratamiento de condensado.

5.1.2. Costo de equipos y materiales.

Compras de suministros, equipos, materiales, compras.

En la tabla 24, se establece los precios materiales y equipos, producto de cotizaciones y consulta a proveedores, no se registran los nombres de los proveedores por seguridad y confiabilidad de dichas empresas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 44

Compras equipos, suministros y materiales.

	COSTO DE EQUIPOS, SUMNISTROS, MATERIALES				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	FACTOR S/	PRECIO S/
	Ablandador				
1	Ablandador Ø1.30m h2.60m	Pz	1.00	37500	37500.00
2	Resina cationica Ionac	ft3	20.00	190	3800.00
3	Valvula multiport de 3 vias	Pz	1	988	988.00
	Filtro Grava				
4	Filtro Ø1.30m h2.60m	Pz	1.00	37500	37500.00
5	Grava	m3	2.00	950	1900.00
	Filtro Carbon activado				
6	Filtro Ø1.30m h2.60m	Pz	1	32500	32500.00
7	Carbon activado	m3	2	2500	5000.00
	Mezclador estatico				
8	Kenicc KMS 460 mm	Glb	2	780	1560.00
	Bombas				
9	Bomba dosificadora Neptune PZA 32	Pz	2	1240	2480.00
10	Tanque dosificador con agitador	Pz	2	700	1400.00
11	Bomba centrifuga 6 l/seg 10HP	Pz	2	10,814.40	21628.80
	Tuberias y accesorios				
13	Tuberia SCH 40 de 2"	m	66	281.80	18598.80
14	Tuberia SCH 40 de 4"	m	6	524.00	3144.00
15	Valvula compuertas bridada 3"	Pz	2	2,850.00	5700.00
16	Check 2"	Pz	3	303.60	910.80
17	Codos 90° x 2"	Pz	4	18.20	72.80
18	Bridas 2"	Pz	4	38.00	152.00
19	Manometro de 0 a 100 PSI 3"	Pz	6	220	1320.00
	Tablero Electrico				
20	Tuberia PVC SAP 6" x 3m	Pz	17	316.20	5375.40
21	Llave termomagnetica 31 A 220v trifasica	Pz	2	180.00	360.00
22	Disyuntor del motor >31A	Pz	2	490.00	980.00
23	Contactor 32 A 220 v 60 HZ	Pz	2	480	960.00
24	Reley Termico 25 a 39 A	Kg	2	340.00	680.00
25	Conductor 8 AWG tipo THW	Pz	2	715.60	1431.20
	ADICIONALES				
26	otros gastos (tablero,cintas,,,)	Glb	1	2000.00	2000.00
	TOTAL				**187941.80**

Nota: Resultado de costos de equipos, materiales y suministros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.1.3. Costo total de inversión.

En la tabla 26 se resumen el costo total de la instalación de la Planta de Tratamiento de condensados propuesto en el presente estudio.

Tabla 45

Costo de inversión total.

DESCRIPCION	COSTO
Costo de Tanque de condensados	120,255.80
Costo de Sedimentador	13,560.70
Costo de Equipos y Materiales	187,941.80
Soles: S/.	321,758.30
Dólares: $.	80,440.00

Nota: Resultado del costo de inversión.

5.2. Reducción de costos de proceso.

5.2.1. Reducción de costo agua.

El índice de consumo de agua en la producción de Harina de pescado es de 1 m3 de agua por tonelada de harina producida. (1m3/TMH).

Tabla 46

Costo de agua.

PRODUCCION HARINA	PARAMETRO DE PROCESO	CONSUMO AGUA	COSTO AGUA	COSTO AGUA		COSTO DE USO CONDENSADOS.
AÑO	POR TONELADA	AÑO	M3	AÑO		PROYECTO
Ton	M3	M3	S/.	S/	$	S/
20,000	1	20,000	5.00	100,000	25,000	0.00

Nota: Resultado del costo de agua en la producción de harina de pescado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.2.2. Reducción de consumo de petróleo.

El agua tratada utilizada para la alimentación de las calderas es almacenada para previamente elevar la temperatura antes de su ingresar a las calderas. La temperatura del agua tratada es de 20 a 25 °C.

El condensado a utilizar en el presente estudio se encuentra a una temperatura promedio de 60°C, por lo que se ahorraría en elevar de 20°C a 60°C., en el ingreso del agua a las calderas.

Cálculo de ahorro de consumo de petróleo.

Cálculo de la energía que necesitamos para elevar la temperatura de 1 m3 de agua de 20°C a 60°C.

Fórmula 27

$$Q = mCP\Delta t$$

m = masa

Cp = calor específico.

Δ t. = t_f - t_1

t_f = temperatura final, t_1: temperatura inicial.

m = v x d (la densidad del agua es 1)

m = 1m3 x 1.00 = 1,000 kg.

Reemplazando:

$$Q = 1\,000kg \times 1\frac{Kcal}{kg°C}x(60°C - 20°C)$$

Q = 40,000 Kcal.

Necesitamos 40,000 kcal para elevar im3 de agua de 20°C a 60°C.

El poder calorífico del petróleo R – 500 utilizado en las calderas es de 35,950 Kcal / gln.

Considerando una eficiencia térmica del petróleo de 85 % tenemos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Petróleo = 40,000 Kcal / 35,950 Kcal/gal x 0.85 = 1,31 gln.

Nos indica que por cada m3 de agua nos vamos a ahorrar 1.31 gln de petróleo**.**

5.3. Costos de producción.

5.3.1. Costo de producción actual.

En la tabla 27 en hoja Excel, se obtiene el costo de producción en la fabricación de harina de pescado en una planta. Se considera los indicadores de producciones actuales.

Para el cálculo de costo de producción, de acuerdo con las capacidades de procesamiento de las plantas pesqueras instaladas en la región Arequipa, se considera la compra de 100 toneladas de anchoveta o materia prima, para producir 23.10 toneladas de harina de pescado y 4 toneladas de aceite de pescado.

Dentro del cálculo de costos, consideramos los costos de materiales directos como la compra de anchoveta, la compra de envases o sacos, etc. que son costos variables en la producción de harina de pescado. Así mismo, consideramos el costo de la mano de obra, también los costos de fabricación que se utiliza en la producción de harina de pescado como: compra de combustible el petróleo, la energía eléctrica, aditivos, insumos y la compra de agua potable para las calderas y generar el vapor.

Actualmente se utiliza un promedio de 42 galones de petróleo y 1 m3 de agua potable para la producción de 1 tonelada de harina de pescado en las plantas pesqueras. Resultado del costo de producción de harina es de $ 1,116,57 por tonelada de harina, y el precio variable de una tonelada de harina de $1,500,00, deduciendo los gastos de exportación (tabla 47). El resultado del balance económico (tabla 47) se tiene una utilidad de $324.23 por cada tonelada producida.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 47

Costo actual de producción de harina de pescado.

COSTOS VARIABLES Y FIJOS DIARIO DE HARINA 2020

DATOS GENERALES

PLANTA MOLLENDO				TIPO DE CAMBIO		3.875
PRECIOS	**US$/TM**	**%**	**PROM**		**META AÑO**	
MAT. PRIMA PROPIA	**0**	0%	250.00	META ANUAL DE PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO	**20,000.00**	
MAT. PRIMA TERCEROS	**250.00**	100%				
HARINA PRIME	**1,500.00**	100%	1,500.00	**PRODUCCIÓN DIARIO**		
HARINA PRIME	**0.00**	0%		MATERIA PRIMA PROCESADA	**100.000**	
ACEITE	**1,300.00**			HARINA PRODUCIDA	**23.100**	PRECIOS
RENDIMIENTOS				ACEITE CRUDO PRODUCIDO	**3.000**	**1300**
HARINA (P/H)	4.33			ACEITE PAMA PRODUCIDO	**0.500**	**800**
ACEITE TOTAL (%)	3.50					

DESCRIPCIÓN	COSTOS VARIABLES					COSTOS FIJOS	TOTAL	%
	U.M.	C.U. S/. / UM	INDICE UM / Ton	S/. / Ton	US$ / Ton	US$ / Ton	C.V.+ C.F US$ / Ton	
1.- MATERIALES DIRECTOS								
1.1.- Materia Prima	TM	968.75	4.33	4,193.72	1,082.25		1,082.25	91.58
1.2.- Descarga	TM	0.52	4.33	2.25	0.58		0.58	0.05
1.3.- Supervisión SGS	TM	3.88	4.33	16.77	4.33		4.33	0.37
1.4.- Sacos	PZ	0.86	20.20	17.37	4.48		4.48	0.38
1.5.- Hilo	KG	14.85	0.020	0.30	0.08		0.08	0.01
1.6.- Antioxidante	KG	10.23	0.700	7.16	1.85		1.85	0.16
TOTAL MATERIALES DIRECTOS					**1,093.57**	**0.00**	**1,093.57**	**92.54**
2.- MANO DE OBRA								
2.1.- Jornales (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00	8.15	8.15	0.69
2.2.- Sueldos (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00	9.43	9.43	0.80
2.3.- Primas De Produccion (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00		0.00	0.00
2.4.- Personal Eventual		0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5.- Honorarios Profesionales		0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA					**0.00**	**17.58**	**17.58**	**1.49**
3.- GASTOS DE FABRICACION								
3.1.- Petróleo R-500 (incluye aditivo)	GL	6.10	42.00	256.20	66.12		66.12	5.59
3.2.- Petróleo Diesel (motores y Grupos)	GL	13.70	1.00	13.70	3.54		3.54	0.30

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.3.- Electricidad Comprada	KW	3.93	98.00	385.14	99.39		99.39	8.41
3.4.- Agua	m3	5.00	1.00	5.00	1.29		**1.29**	0.11
3.5.- Aditivos Tratamiento Agua		0.96	2.13	2.04	0.53		0.53	0.04
3.6.- Insumos limpieza química		1.74	2.20	3.83	0.99		0.99	0.08
3.7.- Preservantes y Enzimas		2.33	1.05	2.45	0.63		0.63	0.05
3.8.- Materiales e Insumos Laboratorio		0.39	0.50	0.20	0.05		0.05	0.00
3.9.- Insumos y Materiales de Saneamiento		0.69	0.65	0.45	0.12		0.12	0.01
TOTAL GASTOS FABRICACIÓN					**172.65**	**0.00**	**172.65**	**14.61**
4.- OTROS GASTOS DIRECTOS								
4.1.- Servicios varios		1.79	1.00	1.79	0.46	7.32	7.78	0.66
4.2.- Ensaque Arrume Transporte		5.00	1.00	5.00	1.29		1.29	0.11
4.3.- Mantenimiento		37.88	1.00	37.88	9.77	0.23	10.00	0.85
4.4.- Gastos Administrativos		0.47	1.00	0.47	0.12	2.2.	0.12	0.01
4.5.- Seguros						1.45	1.45	0.12
4.6.- Depreciación						14.77	14.77	1.25
4.7.- Tributos y refrendas						0.30	0.30	
TOTAL OTROS GASTOS DIRECTOS					**11.65**	**24.07**	**35.72**	**1.62**
TOTAL COSTO PLANTA					**1,277.86**	**41.65**	**1,319.51**	**111.66**
MENOS BONIF. ACEITE		**5,037.50**	**0.15**	**763.26**	**196.97**		**196.97**	**16.67**
TOTAL COSTO NETO					**1,080.89**	**41.65**	**1,122.54**	**94.99**
GASTOS POR EXPORTACION					40.00		40.00	3.38
GASTOS FINANCIEROS						7.14	7.14	0.60
GASTOS ADMINISTRATIVOS						12.06	12.06	
TOTAL, GASTOS					**40.00**	**19.20**	**59.20**	**5.01**
TOTAL, COSTOS + GASTOS					**1,120.89**	**60.85**	**1,181.74**	**100.00**
PRECIO VENTA							**1,500.00**	**126.93**
UTILIDAD							**318.26**	**26.93**

Nota: resultado del costo de producción y la utilidad neta en producir 1 tonelada de haría de pescado.

5.3.2. Costo de producción con la implementación de planta tratamiento de condensados.

Con la utilización de las aguas tratadas en la planta propuesta, se reduce los siguientes indicadores de producción en las plantas pesqueras.

Realizamos el balance económico de costo de producción en Excel (tabla 48). Considerando la misma compra de materia prima o anchoveta de 100 toneladas y la producción de 23.10 toneladas de harina y 4 toneladas de aceite de pescado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Considerando las mismas condiciones de operación como gastos de fabricación. Costos fijos y variables, a fin de observar los resultados utilizando la Planta de tratamiento de condensado propuesto en el presente estudio.

Dentro del gasto de fabricación, se tiene 2 variables, la utilización de 40.70 galones de petróleo y O m3 de agua. No se utilizaría agua potable comprado de SEDAPAR, el cual sería reemplazado por la utilización de los condensados secundarios tratados.

Teniendo como resultado el incremento de la utilidad de $ 327.43 por tonelada de harina producida.

Tabla 48

Costo de producción con implementación planta tratamiento condensado.

COSTOS VARIABLES Y FIJOS DIARIO DE HARINA CON IMPLEMENTACION PTA, TRATAMIENTO CONDENSADO 2021

DATOS GENERALES

PLANTA MOLLENDO			
PRECIOS	**US$/TM**	**%**	**PROM**
MAT. PRIMA PROPIA	**0**	0%	250.00
MAT. PRIMA TERCEROS	**250.00**	100%	
HARINA PRIME	**1,500.00**	100%	1,500.00
HARINA PRIME	**0.00**	0%	
ACEITE	**1,300.00**		

RENDIMIENTOS	
HARINA (P/H)	4.33
ACEITE TOTAL (%)	3.50

TIPO DE CAMBIO		**3.875**
META AÑO		
META ANUAL DE PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO	**20,000.00**	
PRODUCCIÓN DIARIO		
MATERIA PRIMA PROCESADA	**100.000**	
HARINA PRODUCIDA	**23.100**	PRECIOS
ACEITE CRUDO PRODUCIDO	**3.000**	**1300**
ACEITE PAMA PRODUCIDO	**0.500**	**800**

DESCRIPCIÓN	COSTOS VARIABLES					COSTOS FIJOS	TOTAL C.V.+ C.F	%
	U.M.	C.U. S/. / UM	INDICE UM / Ton	S/. / Ton	US$ / Ton	US$ / Ton	US$ / Ton	
1.- MATERIALES DIRECTOS								
1.1.- Materia Prima	TM	968.75	4.33	4,193.72	1,082.25		1,082.25	91.84
1.2.- Descarga	TM	0.52	4.33	2.25	0.58		0.58	0.05
1.3.- Supervisión SGS	TM	3.88	4.33	16.77	4.33		4.33	0.37
1.4.- Sacos	PZ	0.86	20.20	17.37	4.48		4.48	0.38
1.5.- Hilo	KG	14.85	0.020	0.30	0.08		0.08	0.01
1.6.- Antioxidante	KG	10.23	0.700	7.16	1.85		1.85	0.16

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	TOTAL, MATERIALES DIRECTOS					**1,093.57**	**0.00**	**1,093.57**	**92.80**
2.-	**MANO DE OBRA**								
2.1.-	Jornales (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00	8.15	8.15	0.69
2.2.-	Sueldos (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00	9.43	9.43	0.80
2.3.-	Primas De Producción (Incluye L.S.)		0.00	1.00	0.00	0.00		0.00	0.00
2.4.-	Personal Eventual		0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5.-	Honorarios Profesionales		0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	TOTAL, MANO DE OBRA					**0.00**	**17.58**	**17.58**	**1.49**
3.-	**GASTOS DE FABRICACION**								
3.1.-	petróleo R-500 (incluye aditivo)	GL	6.10	40.70	248.27	64.07		64.07	5.44
3.2.-	Petróleo Diesel (motores y Grupos)	GL	13.70	1.00	13.70	3.54		3.54	0.30
3.3.-	Electricidad Comprada	KW	3.93	98.00	385.14	99.39		99.39	8.43
3.4.-	Agua	m3	0.00	1.00	0.00	0.00		**0.00**	0.00
3.5.-	Aditivos Tratamiento Agua		0.96	2.13	2.04	0.53		0.53	0.04
3.6.-	Insumos limpieza química		1.74	2.20	3.83	0.99		0.99	0.08
3.7.-	Preservantes y Enzimas		2.33	1.05	2.45	0.63		0.63	0.05
3.8.-	Materiales e Insumos Laboratorio		0.39	0.50	0.20	0.05		0.05	0.00
3.9.-	Insumos y Materiales de Saneamiento		0.69	0.65	0.45	0.12		0.12	0.01
	TOTAL GASTOS FABRICACIÓN					**169.31**	**0.00**	**169.31**	**14.37**
4.-	**OTROS GASTOS DIRECTOS**								
4.1.-	Servicios varios		1.79	1.00	1.79	0.46	7.32	7.78	0.66
4.2.-	Ensaque Arrume Transporte		5.00	1.00	5.00	1.29		1.29	0.11
4.3.-	Mantenimiento		37.88	1.00	37.88	9.77	0.23	10.00	0.85
4.4.-	Gastos Administrativos		0.47	1.00	0.47	0.12	2.2.	0.12	0.01
4.5.-	Seguros						1.45	1.45	0.12
4.6.-	Depreciación						14.77	14.77	1.25
4.7.-	Tributos y refrendas						0.30	0.30	
	TOTAL OTROS GASTOS DIRECTOS					**11.65**	**24.07**	**35.72**	**1.63**
TOTAL COSTO PLANTA						**1,274.53**	**41.65**	**1,316.18**	**111.69**
	MENOS BONIF. ACEITE		**5,037.50**	**0.15**	**763.26**	**196.97**		**196.97**	**16.71**
TOTAL, COSTO NETO						**1,077.56**	**41.65**	**1,119.21**	**94.98**
GASTOS POR EXPORTACION						40.00		40.00	3.39
GASTOS FINANCIEROS							7.14	7.14	0.61
GASTOS ADMINISTRATIVOS							12.06	12.06	
TOTAL, GASTOS						**40.00**	**19.20**	**59.20**	**5.02**
TOTAL, COSTOS + GASTOS						**1,117.56**	**60.85**	**1,178.41**	**100.00**
PRECIO VENTA								**1,500.00**	**127.29**
UTILIDAD								**321.59**	**27.29**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.4. Indicadores de evaluación económica.

5.4.1. Cálculo del VAN (valor actual neto).

El VAN determina cuanto es el valor en el presente de los flujos futuros que obtiene un proyecto, de los flujos de inversión.

Fórmula 28

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+r)^1} + \frac{FE_2}{(1+r)^2}$$

Donde:

FE_0: Flujo efectivo de la Inversión.

FE_t: Flujo efectivo neto esperado en el tiempo

r: La tasa de rendimiento o descuento que la empresa requiere para invertir en el proyecto (15%)

Tabla 49

Flujo efectivo con Planta. de condensados.

Inversión del Proyecto	Año 1	Año 2
$ 80,440	$ 64,800	$ 64,800

Nota: Resultado del flujo efectivo.

Reemplazando en la fórmula del VAN

$$VAN = -80\,440 + \frac{64\,800}{(1+0.15)} + \frac{64\,800}{(1+0.15)^2}$$

VAN = 19,999.

VAN > 0. Se acepta el proyecto.

Significa que genera un rendimiento mayor, el proyecto recupera el capital invertido.

5.4.2. Cálculo del TIR (tasa interna de retorno).

El TIR es el interés que hace que el VAN es cero.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$0 = -80\,440 + \frac{64\,800}{(1+TIR)} + \frac{64\,800}{(1+TIR)^2}$$

multiplicamos toda la ecuación por $(1+TIR)^2$

tenemos:

$$0 = -80\,400\,(1+TIR)^2 + 64\,800 \times (1+TIR) + 64\,800$$

$$1 + TIR = \frac{-64\,800}{64\,800^2} - 4 \times (-80\,400) \times \frac{64\,800}{2 \times -80\,440}$$

1+TIR = 1.39.

TIR = 1.39 – 1 = 0,39 x 100 = 39

TIR = 39.

Por lo tanto, TIR > r, ósea 39 > 15

Si TIR > r, (la tasa del 15%), el proyecto es aceptable.

5.5. Análisis de costo – beneficio.

5.5.1. Cálculo de beneficio/costo económico.

La relación Beneficio / costo es el cociente de dividir los valores actualizados de los beneficios del proyecto (ingresos) entre los costos de egresos + la inversión.

El cálculo se realiza en hoja Excel en finanzas, resultando lo siguiente.

Tabla 50

Cálculo de beneficio/costo.

INVERSION DEL PROYECTO	**$80,400**
TASA DESCUENTO	**15%**

AÑO	**Flujo de Ingreso y egreso $**		
	$	**Ingresos**	**Egresos**
0	**80,400**	0	0
1	0	6,548,600	6,484,600
2	0	6,613,400	6,484,600

VNA ingresos	S/. 10,695,115.31

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

VNA egresos	S/. 10,542,071.83
VNA egresos + inversión	S/. 10,622,471.83
Beneficio - Costo	**1.01**

El valor B/C > 1.00; el proyecto es aconsejable financieramente.

Resultado que nos indica que el proyecto es aconsejable y se recupera la inversión y se va obtener ganancias extras.

5.5.2. Beneficio social.

Por cada Planta Pesquera de producción de harina de pescado, se dejaría de consumir 20,000 m3 de agua potable por año, el cual sería reemplazado por las aguas tratadas propuesta en el presente estudio (condensados secundarios).

Según la OMS se requiere de 50 a 100 litros de agua por persona al día para cubrir la mayoría de las necesidades básicas y evitar la mayor parte de los problemas de salud, y con mayor necesidad hoy por la pandemia del COVID 19.

Considerando 50 litros de agua /persona, realizamos el cálculo en la tabla 51.

Tabla 51

Beneficio social.

Planta Harina Pescado		**Año**	**Día**	**OMS**	**Personas beneficiadas**	
Numero	**Ubicación**	**m3**	**m3**	**m3/persona/día**	**1 día**	**cada día**
1	Presente estudio	20,000	54.79	0.05	400,000	**1,095.89**
6	región Arequipa	120,000	328.77	0.05	2,400,000	**6,575.34**
119	Perú	2,380,000	6,520.55	0.05	47,600,000	**130,410.96**

Nota: Resultado del beneficio del agua para la población.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Resultado de la tabla 51, a las claras se observa el beneficio social con el reemplazo de utilizar los condensados secundarios por el uso del recurso hídrico agua en la Industria Pesquera para la alimentación de las calderas y la generación de vapor durante el proceso productivo.

Estas aguas podrían ser utilizadas para más población como se indica en la tabla 51.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

Primero. Utilizar los condensados secundarios eliminados al mar (20m3/h), en la alimentación a las calderas, previamente tratadas como se demuestra experimentalmente y se proyecta en Ingeniería a nivel Industrial , la instalación de una planta de tratamiento de condensados secundarios, cuya inversión es de $80,440.00.

Segundo. Es aceptable financieramente la propuesta del presente estudio de la Instalación de la Planta de Tratamiento de Condensados secundarios para la alimentación a las calderas en el proceso productivo en la producción de harina de pescado, el cual generaría un flujo efectivo de $ 64,800 anual.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

Primero. Realizar programaciones anuales de capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura y beneficios de la utilización de los condensados secundarios a todo el personal de todos los niveles, como : Los condensados al no tener dureza se va a evitar la incrustación en los tubos de las calderas; y el tener bajo sólidos vamos a disminuir las purgas de superficie y fondo en las calderas ; el tener una temperatura de 60 °C, se va a ahorrar 1.3 gl de petróleo, en la energía para elevar la temperatura del condensado para la generación de vapor.

Tercero. Instalar una Planta de tratamiento de condensados secundarios como se propone en el presente estudio, nos va a generar también un Beneficio Social. Según la Organización Mundial de Salud (OMS), una persona requiere de 50 a 100 litros de agua por día, de acuerdo a la actividad a realizar, por lo que una planta bonificaría a 1, 096 de habitantes por día.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abilio, M. (2012). *Unidad de aprendizaje hidráulica.* Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/34522/secme-18610.pdf?sequence=1

Aguapedia. (Marzo de 2018). *Filtro de carbón activado*. Obtenido de Aguapedia: https://aula.aguapedia.org/

Alfa Laval. (2023). Controlador ASC. *Actualización de los controladores DSC y ABC de su centrífuga*. Madrid, España: Alfa Laval. Obtenido de https://www.alfalaval.es/info/spain/servicio/actualizacion-de-controlador-dsc-de-su-centrifuga/

American Petroleum Institute. (2012). *Welded tanks for oil storage.* Washington: American Petroleum Institute. Obtenido de https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf

Aquaclean. (Agosto de 2018). *Ablandadores*. Obtenido de Aquaclean: https://aquacleansa.com/

Aquafil. (s.f.). Obtenido de Aquafil. Water technologies: https://www.aquafil.com.pe/#

Carbotenia. (14 de Setiembre de 2023). *¿Qué es el carbón activado y para qué sirve?* Obtenido de Carbotenia: https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/carbon-activado/que-es-carbon-activado/

Cybron Chemicals INC. (22 de Abril de 2018). *Resin characteristics*. Obtenido de Cybron Chemicals INC: https://www.wateronline.com/search?keyword=resin+characteristics

Dangol, B., & Spuhler, D. (2018). Filtración de bioarena. *Sustainable Sanitation and water management*. Obtenido de https://sswm.info/node/11513

Elkelawy, M., & Alm, H. (2019). *Boilers and steam generation.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Medhat-

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Elkelawy/publication/331411946_Boilers_and_Steam_Generation/links/5c795cc4458515831f7b3838/Boilers-and-Steam-Generation.pdf

Google Earth. (2022). *Planta Mollendo.* Google Earth: [Imagen satelital].

Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas. (1982). *Harina de pescado. Norma Itintec 204.021:1982.* Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas.

John Wiley & Sons. (2004). *Handbook of industrial mixing. Science and practice.* New Jersey: John Wiley & Sons. Obtenido de http://www.stxip.org/books/9.pdf

Maquinaria Grupo Nueve. (Julio de 2020). *Molinos de martillos*. Obtenido de Maquinaria Grupo Nueve: https://mgnfeedmills.com/es/productos/molinos-de-martillos?gclid=CjwKCAjw38SoBhB6EiwA8EQVLrPuPidz39jalpPDiDKQqW4vgMODaHGRdSJaKqccQ0I50FfcDiTCHxoChxMQAvD_BwE

Ministerio de la Producción. (2021). *Producción historica de harina de pescado en el Perú (1950 - 2020).* Ministerio de la Producción. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/produce/buscador?contenido=todos&institucion=produce&sheet=1&sort_by=none&term=Producci%C3%B3n%20Hist%C3%B3rica%20de%20Harina%20de%20Pescado%20en%20el%20Per%C3%BA%20%281951%20%E2%80%93%202020%29.

Ministerio de Salud. (2011). *Resolución ministerial N° 939 - 2011 - MINSA.* Lima: Ministerio de Salud. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/242726-939-2011-minsa

Ministerio del Ambiente. (2018). *Decreto supremo N° 010 - 2018 - MINAM.* Ministerio del Ambiente. Obtenido de https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/199310-010-2018-minam

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Pequera Diamante S.A. (Dirección). (2021). *Pesquera Diamante logra la eficiencia operativa con SAP S/4HANA* [Película]. Obtenido de https://www.sap.com/latinamerica/assetdetail/2021/12/0e9aaac9-0f7e-0010-bca6-c68f7e60039b.html

Pérez, F., & Urrea, M. (2020). *Abastecimiento de aguas, potabilización de aguas.* Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6019/mod_resource/content/1/Tema_06_COAGULACION_Y_FLOCULACION.pdf

Pesquera Diamante. (2021). *Reporte de sostenibilidad diamante.* Pesquera Diamante. Obtenido de https://www.diamante.com.pe/assets/sources/Reporte%20de%20Sostenibilidad%20Pesquera%20Diamante%202021_1.pdf

Pesquera Diamante S.A. (2021). Chata. *Flota pequera: Operatividad asegurada en cada embarcación*. Lima, Islay, Arequipa: Pesquera Diamante S.A. Obtenido de https://www.diamante.com.pe/flota-pesquera

Pesquera Diamante S.A. (2021). Embarcación lanzando su red y capturando anchoveta. *Producción Harina de Pescado en el Perú*. Lima, Islay, Arequipa: Pesquera Diamante S.A.

Pesquera Diamante S.A. (2021). Procesamiento de la harina de pescado. *Consumo Humano Indirecto: Satisfaciendo las demandas más exigentes*. Lima, Islay, Arequipa: Pesquera Diamante S.A. Obtenido de https://www.diamante.com.pe/consumo-humano-indirecto

Reyna, B. (2014). *Intercambio iónico.* [Tesis de ingenieria, Instituto politécnico Nacional]. Obtenido de https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/17311/25-1-16715.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

rheonics. (11 de Setiembre de 2013). *Los equipos de preparación y dosificación de polielectrolito implementan sistemas de aumatización de viscosidad en línea*. Obtenido de rheonics: https://es.rheonics.com/elemento-de-soluciones/equipos-de-preparaci%C3%B3n-y-dosificaci%C3%B3n-de-polielectrolito-implementan-sistemas-de-automatizaci%C3%B3n-de-viscosidad-en-l%C3%ADnea/

Salcedo, M. (2011). *Mecánica de fluidos.* Universidad de Alicante. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/4/tema2_impulsion.pdf

Saldaña, Y. (2020). *Diseño de tanques de agua con capacidad hasta 1200 m3 con techo cónico bajo norma API 650 con Excel y Solid works.* [Título de ingeniero, Universidad César Vallejo]. Obtenido de https://www.google.com.ec/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F45389%2FSalda%25C3%25B1a_DYE-SD.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw0nY8-4aGFhqZeO9XvknmTn&ust=1695760513608000&source=images&cd=vf

Schneider Electric Industries S.A.S. (2019). Transformadores de corriente: Planilla de especificaciones técnicas. *Life is on. Schneider Electric*, 20. Obtenido de https://energiayredes.com/wp-content/uploads/Transformadores-de-Corriente.pdf

Seguas. (enero de 2016). *Bombas centrifugas y su uso en instalaciones hidráulicas*. Obtenido de Seguas: https://www.seguas.com/bombas-centrifugas-instalaciones-hidraulicas/

Sistema Nacional de Información Ambiental. (2013). *Decreto supremo N° 31 - 2013/CBN - INDECOPI.* Sistema Nacional de Información Ambiental. Obtenido de https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-norma-tecnica-peruana-calidad-agua

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Solís, Y., Zúñiga, L., & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Tecnología en marcha, 31*(1), 35 - 46. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-35.pdf

Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento. (2021). *Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa S.A.* Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento. Obtenido de https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/10/ET-FINAL-SEDAPAR-S-2.pdf

TASA. (2021). *Resporte de sostenibilidad.* Lima: TASA. Obtenido de https://www.tasa.com.pe/userfiles/cms/galeria/documento/TASA_Reporte_2021_Final-comprimido.pdf

Theron, F., & Sauze, N. (2011). Comparison between static mixers for emulsification in turbulent flow. *International Journal of Multiphase Flow, 37*(5), 488 - 500. Obtenido de https://oatao.univ-toulouse.fr/6188/1/Theron_6188.pdf

Tolocka, E. (9 de Mayo de 2015). *Modulo de 4 relés para Arduino.* Obtenido de Profe Tolocka: https://www.profetolocka.com.ar/2015/05/09/modulo-de-4-reles-para-arduino/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis