

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE CALDOS DE ANCHOVETA PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UNA PLANTA DE HARINA DE PESCADO DE 250 TM/H EN PUERTO CHICAMA – LA LIBERTAD, 2022”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO

AUTOR

JORGE LUIS VALENCIA PACHECO

ASESOR

DR. NELSON ALBERTO DIAZ LEIVA

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA Y TECNOLOGIA

Callao, 2024

PERÚ

Document Information

Analyzed document	INFORME_FINAL DE_TESIS_VALENCIA PACHECO.docx (D182720252)
Submitted	2023-12-28 01:56:00 UTC+01:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	2%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	PROYECTO_TITULACION_2.docx Document PROYECTO_TITULACION_2.docx (D22665177)		9
SA	TESIS AMORES.pdf Document TESIS AMORES.pdf (D9971730)		1
SA	Tesis - Moises Yucra .docx Document Tesis - Moises Yucra .docx (D54470421)		7
SA	10350-Rodriguez Villanueva Mijail Alberto .pdf Document 10350-Rodriguez Villanueva Mijail Alberto_.pdf (D37428896)		1
W	URL: https://pdf.directindustry.es/pdf-en/alfa-laval/afpx513-medium-capacity-solids-ejecting-centrifuge-animal-fish-processing-industries/16602-133180.html Fetched: 2023-12-28 01:57:00		1
SA	TESIS RIOS NARVAEZ CESAR ANTONIO.docx Document TESIS RIOS NARVAEZ CESAR ANTONIO.docx (D25460139)		2

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE CALDOS DE ANCHOVETA PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UNA PLANTA DE HARINA DE PESCADO DE 250 TM/H EN PUERTO CHICAMA – LA LIBERTAD, 2022"
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO
AUTOR JORGE LUIS VALENCIA PACHECO ASESOR
DR. NELSON ALBERTO DIAZ LEIVA
LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGIA

**ACTA N°171 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001, FOLIO N°197, ACTA N°171 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.**

A los 13 días del mes de enero del año 2024, siendo las 12:25 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 302-2023-CF-FIME – Callao, 10 de noviembre de 2023, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- | | | |
|--|---|------------|
| ▪ Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI | : | Presidente |
| ▪ Mg. JOSÉ MARTÍN CASADO MÁRQUEZ | : | Secretario |
| ▪ Mg. GUILLERMO ALONSO GALLARDAY MORALES | : | Vocal |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **JORGE LUIS VALENCIA PACHECO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis "**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE CALDOS DE ANCHOVETA PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UNA PLANTA DE HARINA DE PESCADO DE 250 TM/H EN PUERTO CHICAMA – LA LIBERTAD, 2022**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU - CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado, y efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad. Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **BUENO**, y con calificación cuantitativa de **14 (CATORCE)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 12.42 horas del día 13 de enero de 2024.


Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri
Presidente


Mg. José Martín Casado Márquez
Secretario


Mg. Guillermo Alonso Gallarday Morales
Vocal



“Año del Bicentenario, de la Consolidación de nuestra Independencia,
y de la Conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**Dictamen N° 004-2024 - Jurado Evaluador de Sustentación
del II Ciclo Taller de Tesis 2023**

Bellavista, 22 de abril del 2024

EL JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DEL II CICLO DE TALLER DE TESIS 2023, DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

Visto, el oficio N° 009-2024 – II CTT – FIME, de fecha 15 de abril de 2024, presentado por el coordinador del II Ciclo de Taller de Tesis 2023, el Mg. Ing. JUAN ADOLFO BRAVO FÉLIX, con el cual remite al Decanato de la FIME el levantamiento de las observaciones remitidas según el Dictamen N° 003-2024 – Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023, a las trece (13) tesis de los bachilleres participantes, para su revisión y evaluación.

CONSIDERANDO:

Que, según el art. 36° del Reglamento de Grados y Títulos de UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio de 2023, el trabajo de investigación y la tesis son redactados de acuerdo a la directiva emitida por el Vicerrectorado de Investigación, y es dictaminado por el jurado evaluador de sustentación. El presidente del jurado debe presentar el dictamen al Decano, elaborado de manera colegiada con la opinión favorable o desfavorable.

Que, mediante Resolución del Consejo de Facultad de la FIME N° 303-2023-CF-FIME, de fecha 13 de noviembre de 2023, se designó la conformación del jurado evaluador de sustentación del II Ciclo de Taller de Tesis 2023 de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC.

Que, habiendo revisado por cuarta vez las trece (13) tesis luego de su sustentación para determinar si las observaciones realizadas en la tercera revisión fueron levantadas, se verificó que en las trece (13) tesis se levantaron completamente.

Que, mediante la Directiva N° 004-2022-R, aprobada con Resolución Rectoral N° 319-2022-R, de fecha 22 de abril del 2022; Directiva para la Elaboración de Proyecto e Informe Final de Investigación de Pregrado, Posgrado, Equipos, Centros e Instituto de Investigación, el jurado evaluador de sustentación del II Ciclo de Taller de Tesis 2023 de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC.

DICTAMINA:

PRIMERO.- Que, de las trece (13) tesis presentadas por el señor coordinador del II Ciclo de Taller de Tesis 2023, después de la cuarta revisión posterior al proceso de sustentación, las trece (13) tesis levantaron todas las observaciones, cuyos títulos y autores se indican a continuación:



1. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Predictivo en Base al Análisis de Aceite para Mejorar la Disponibilidad Mecánica de la Flota de Cargadores bajo Perfil R1600 en una Unidad Minera – 2023”.

Presentado por los bachilleres: ACUÑA ESPINOZA, ERUNER PRIALE
VALLEJOS HUAMAN, ALEX FAVIO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
ASESOR: Mg. Ing. Arturo Percey Gamarra Chinchay

2. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Mejora de la Disponibilidad de los Equipos del Taller de Fabricación y Mantenimiento de Estructuras y Equipos de Izaje de la Empresa Damol Ingenieros S.A.C. - 2022”.

Presentado por el bachiller: ALBITES AYALA, FABRIZIO RENATO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

3. “Aplicación de la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) para Incrementar la Disponibilidad de los Equipos Scooptrams en la Cía. Minera Santa Luisa S.A. – 2022”.

Presentado por los bachilleres: BARRERA BUSTILLOS, JUAN CARLOS
MORE BRAVO, JEFFERSON RODRIGO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

4. “Diseño de una Red de Oxígeno Medicinal para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica del Área de Hospitalización en el Hospital Policial Augusto Belardino Leguía”.

Presentado por los bachilleres: BEDÓN ESTUPIÑÁN, MIGUEL ÁNGEL
MORÁN REYNAGA, PEDRO MANUEL
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

5. “Diseño de un Puente Grúa Monorriel de 04 Toneladas para Reducir el Tiempo de Traslado de Materiales en el Área de Mecanizado de la Empresa Fabricantes y Constructores S.R.L - 2023”.

Presentado por los bachilleres: DÁVALOS GARCÍA, JOSUÉ DANIEL
TENAZOA FASANANDO, RAFAEL
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías

6. Diseño de un Sistema Solar Fotovoltaico para el Ahorro del Consumo de Energía Eléctrica en las Luminarias de la Planta de Chocolates en una Empresa de Alimentos.

Presentado por el bachiller: DÍAZ SÁNCHEZ, ALEXANDER MARTÍN
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva



7. Diseño de un Sistema contra Incendios para la Reducción de Riesgo de Incendios de los Tanques de Almacenamiento de Combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Presentado por el bachiller: ENCO ZAMORA, JORDAN STEVEN
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías

8. "Implementación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Reducir Costos de Mantenimiento de las Bombas de Molienda en una Planta Minera".

Presentado por el bachiller: GALVÁN MENDOZA, CÉSAR CRISTOFER
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

9. "Diseño de un Programa de Lubricación para Aumentar la Disponibilidad de los Bancos de Prueba para Bombas Oleohidráulicas en una Empresa de Servicios".

Presentado por los bachilleres: RAMOS ARPHI, CRHISTIAN
VENTURA SERVÁN, PABLO CÉSAR
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante

10. "Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Neumáticos para Mejorar la Disponibilidad en la Flota de Volquetes Actros 4144K en una Unidad Minera del Sur – 2023"

Presentado por el bachiller: ROBLES LEON, ALFREDO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

11. "Implementación de un Plan de Mantenimiento Tipo Overhaul para Aumentar la Disponibilidad en el Tractor Oruga D6T CAT de una Empresa Minera".

Presentado por los bachilleres: ROJAS GOMEZ, VICTOR RODRIGO
MOTTA ROSADA, FRANGHOAR ANGELLO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante.

12. "Diseño de un Plan de Gestión para Mejorar la Eficiencia Energética en el Área de Producción de una Empresa de Plásticos, Lima 2023".

Presentado por las bachilleres: ROÑA PUMAHUANCA, MARLEMP JHOMIRA
YANAC HUAMÁN, SILVIA GABINA
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023



13. "Diseño de un Sistema de Transporte de Caldos de Anchoqueta para Aumentar el Rendimiento de Producción de Aceite en una Planta de Harina de Pescado de 250 TM/H en Puerto Chicama – La Libertad, 2022".

Presentado por el bachiller: VALENCIA PACHECO, JORGE LUIS
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva

TERCERO.- Se adjunta al presente dictamen los archivos de las trece (13) tesis revisadas.

CUARTO.- Elevar el presente dictamen al señor Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC para los fines de Ley y trámite siguiente.

Mg. Ing. **José Martín Casado Márquez**
Secretario

Mg. Econ. **Guillermo Alonso Gallarday Morales**
Vocal

Mg. Ing. **Alfonso Santiago Caldas Basauri**
Presidente

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

TÍTULO:

“Diseño de un sistema de transporte de caldos de Anchoveta para aumentar el rendimiento en la producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/H en Puerto Chicama – La Libertad, 2022”.

AUTOR: Jorge Luis Valencia Pacheco DNI: 46177389

ORCID: [0000-0002-9478-4445](https://orcid.org/0000-0002-9478-4445)

ASESOR: Dr. Nelson Alberto Diaz Leiva DNI: 18089772

ORCID: [0000-0002-3246-1181](https://orcid.org/0000-0002-3246-1181)

LUGAR DE EJECUCIÓN: La Libertad - Perú

UNIDAD DE ANÁLISIS: Sistema de Transporte de Caldos de Anchoveta

TIPO: Aplicada

ENFOQUE: Cuantitativo

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No Experimental

TEMA OCDE: 2.03.01 Ingeniería mecánica

DEDICATORIA

A mis padres Teudula y Jorge por su inmenso apoyo y motivación para lograr mi titulación.

A mi pareja Dianali por la motivación constante antes y durante el desarrollo de mi investigación.

A mi hijo Noah por darme las fuerzas y perseverancia desde su llegada.

AGRADECIMIENTO

A mis docentes del pregrado, a mis colegas de la universidad y de mi entorno laboral, por compartir sus experiencias las que considero muy valiosas y fundamentales para lograr desarrollar la presente tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCCIÓN.....	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	12
1.2 Formulación del problema	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problemas específicos	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4 Justificación	15
1.5 Delimitantes de la investigación	15
1.5.1 Delimitante teórico.....	15
1.5.2 Delimitante temporal.....	16
1.5.3 Delimitante espacial	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes de la investigación	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales	17
2.1.2 Antecedentes Nacionales	22
2.2 Bases teóricas	26
2.2.1 Flujo de fluidos	26
2.2.2 Sistema de bombeo.....	29
2.2.3 Balance de materia.....	37
2.2.4 Procesos para la obtención de harina y aceite de pescado	39
2.3 Marco conceptual	48
2.3.1 Caldos de anchoveta	48

2.3.2	Flujo interno de fluidos	49
2.3.3	Parámetros de diseño	49
2.3.4	Demanda del sistema.....	49
2.3.5	Selección de equipos	49
2.3.6	Pre dimensionamiento de la red hidráulica.....	50
2.3.7	Validación del diseño.....	50
2.3.8	Producción de aceite de pescado.....	50
2.3.9	Rendimiento de producción	50
2.4	Definición de términos básicos	51
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	54
3.1	Hipótesis general y específicas	54
3.1.1	Hipótesis general.....	54
3.1.2	Hipótesis específicas	54
3.2	Operacionalización de variable.....	55
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	56
4.1	Diseño metodológico	56
4.1.1	Tipo de investigación	56
4.1.2	Enfoque de investigación	56
4.1.3	Alcance o nivel de profundidad de investigación	56
4.1.4	Diseño de investigación.....	57
4.1.5	Alcance temporal de la investigación	57
4.2	Método de investigación.....	58
4.2.1	Método analítico	58
4.2.2	Método sintético	58
4.2.3	Método de diseño en Ingeniería	58
4.3	Población y muestra	59
4.4	Lugar de estudio.....	60
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información ...	60
4.5.1	Técnicas	60
4.5.2	Instrumentos.....	61
4.6	Análisis y procesamiento de datos	62
4.7	Aspectos éticos en Investigación.....	105

4.8	Estudio económico-financiero	105
V.	RESULTADOS.....	108
5.1	Resultados descriptivos.....	108
5.2	Resultados inferenciales	115
5.3	Otro tipo de resultados estadísticos	115
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS	116
6.1	Contrastación de la hipótesis con los resultados.....	116
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares	117
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes ..	118
VII.	CONCLUSIONES.....	119
VIII.	RECOMENDACIONES	122
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
	ANEXOS	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Sistema típico de bombeo	30
Figura 2.2 Perdida de carga local	33
Figura 2.3 Bomba debajo de punto de succión	35
Figura 2.4 Bomba encima de punto de succión.....	35
Figura 2.5 Balance de masa por cargas, sin reacción química	37
Figura 2.6 Balance de materia en un sistema continuo, sin reacción química	38
Figura 2.7 Ejemplo de balance de materia cuyos componentes se encuentran en diluciones químicas	38
Figura 2.8 Proceso productivo de harina y aceite de pescado	40
Figura 2.9 Cocinador indirecto.....	41
Figura 2.10 Desaguador pre strainer.....	41
Figura 2.11 Prensa de doble tornillo	42
Figura 2.12 Secador rotadisco.....	43
Figura 2.13 Secador rotatubo	43
Figura 2.14 Enfriador de lecho fluidizado	44
Figura 2.15 Enfriador a contraflujo estático	44
Figura 2.16 Unidad de molienda.....	45
Figura 2.17 Sala de ensaque.....	46
Figura 2.18 Decantadora centrífuga de eje horizontal.....	47
Figura 2.19 Separadora centrífuga de eje vertical.....	48
Figura 2.20 Secuencia de procesamiento	51
Figura 4.1 Diagrama de flujo del proceso actual (150 TM/h)	67
Figura 4.2 Diagrama de flujo del proceso propuesto (250 TM/h).....	69
Figura 4.3 Diagrama de identificación de tramos a diseñar.....	70
Figura 4.4 Espacio requerido para los equipos propuestos.....	72
Figura 4.5 Arreglo general de planta de procesamiento de aceite de anchoveta 250 TM/h.....	73

Figura 4.6 Composicion fisica de cada etapa del procesamiento de aceite de pescado	78
Figura 4.7 Sistema 1 – balance de materia en el filtro pre-strainer	79
Figura 4.8 Sistema 2 – balance de materia en el prensado.....	80
Figura 4.9 Sistema 3 – balance de materia en la separación	81
Figura 4.10 Sistema 4 – balance de materia en la centrifugación	82
Figura 4.11 Simulación de tramo crítico 1	98
Figura 4.12 Datos de entrada para la simulación del tramo crítico 1	99
Figura 4.13 Datos de salida de la simulación del tramo crítico 1	99
Figura 4.14 Simulación de tramo crítico 2	100
Figura 4.15 Parámetros iniciales de simulación tramo crítico 2.....	100
Figura 4.16 Datos de salida de la simulación del tramo crítico 2.....	101
Figura 4.17 Trenes de cocción, pre strainer y prensa	102
Figura 4.18 Tanque colector de prensa y pre strainer	102
Figura 4.19 Línea de alimentación de separadoras horizontales	103
Figura 4.23 Resultados de la simulación Bomba 1.1.....	113
Figura 4.24 Resultados de la simulación Bomba 1.2.....	113
Figura 4.25 Resultados de la simulación Bomba 2.1.....	114
Figura 4.26 Resultados de la simulación Bomba 2.2.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Velocidades recomendadas de fluidos	28
Tabla 2.2 Factores para accesorios	33
Tabla 3.1 Matriz de operacionalización de variables	55
Tabla 4.1. Equipos de cocción en la planta de 150 TM/h	62
Tabla 4.2. Equipos de prensado en la planta de 150 TMP/hr	63
Tabla 4.3. Equipos de separación en la planta de 150 TMP/hr	64
Tabla 4.4. Equipos de centrifugado en la planta de 150 TMP/hr	65
Tabla 4.5. Parámetros físicos de los licores de prensa y separadoras.....	74
Tabla 4.6. Parámetros físicos del aceite crudo de pescado	74
Tabla 4.7. Propiedades mecánicas de los aceros inoxidables	75
Tabla 4.9 Determinación de la velocidad en tramos a diseñar	75
Tabla 4.9 Resumen de la demanda en cada proceso	83
Tabla 4.10 Resumen de la demanda en cada tramo a diseñar	83
Tabla 4.11 Características de cocinadores de vapor indirecto	85
Tabla 4.12 Características de filtro pre-strainer.....	86
Tabla 4.13 Características de prensa.....	86
Tabla 4.14 Características de separadora centrífuga de eje horizontal.....	87
Tabla 4.15 Características de separadora centrífuga de eje vertical.....	88
Tabla 4.11 Resumen de los diámetros en cada tramo	88
Tabla 4.18 Resumen de cálculo de diámetros en cada tramo.....	90
Tabla 4.16 Tipos de descarga en tanques.....	91
Tabla 4.17 Resumen de dimensionamiento de tanques.....	92
Tabla 4.19 Resumen de selección de bomba B1	92
Tabla 4.20 Familia de bombas tipo K	94
Tabla 4.21 Familia de bombas tipo K	95
Tabla 4.22 Resumen de selección de bomba B2	95
Tabla 4.23 Familia de bombas tipo K	97
Tabla 4.24 Familia de bombas tipo K	97
Tabla 4.25 Presupuesto de equipos	105
Tabla 4.26 Presupuesto de tuber	106

Tabla 4.27 Presupuesto de accesorios.....	106
Tabla 4.28 Resumen de presupuesto para la implementación.....	107
Tabla 4.29 Resumen de parámetros de diseño.....	108
Tabla 4.30 Resumen de equipos de planta procesadora de aceite.....	109
Tabla 4.31 Dimensionamiento de la red hidráulica.....	110
Tabla 4.32 Dimensionamiento tanques colectores.....	112
Tabla 4.33 Selección de bombas	112

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TM	Toneladas métricas	6
TM/h	Toneladas de materia prima por hora	8
ACV	Análisis del ciclo de vida	18
AISI	American Iron and Steel Institute	21
RPM	Revoluciones por minuto	21
ATECYR	Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración	32
PVC	Poli cloruro de vinilo	44
ASME	American Society of Mechanical Engineers	54

RESUMEN

El rendimiento de la producción es un indicador muy importante en la industria pesquera, que entre sus productos se tiene al aceite de pescado, que se obtiene a partir de los caldos de anchoveta. El presente trabajo tiene como objetivo elaborar un diseño de transporte de caldos de anchoveta para la producción de aceite de pescado en una planta de 250 TM/h con la finalidad de aumentar el rendimiento de producción. Sistematizamos y describimos el proceso para la obtención del aceite de pescado con una metodología que obedece a un estudio de tipo aplicado de enfoque cuantitativo y de diseño no experimental, en el cual el diseño consiste en proponer una distribución de la demanda proyectada de 250 TM/h en todos los tramos a diseñar, para luego realizar un diseño hidráulico que transporte la fase líquida del procesamiento de aceite de pescado. Del diseño propuesto se obtiene que el rendimiento de la producción de aceite de pescado alcanza un valor de 3.6%, que representa un incremento 0.3% respecto del rendimiento actual, en el cual la selección de los equipos de bombeo fue simulada con el software AFT Fathom 9.0. El Software profesional empleado es una demo gratuita que dura 30 días.

Palabras clave: Caldos de anchoveta, aceite de pescado, rendimiento de producción.

ABSTRACT

Production performance is a very important indicator in the fishing industry, which among its products includes fish oil, which is obtained from anchovy broths. The objective of this work is to develop a transport design for anchovy stocks for the production of fish oil in a 250 MT/h plant with the aim of increasing production performance. We systematize and describe the process for obtaining fish oil with a methodology that follows an applied study with a quantitative approach and non-experimental design, in which the design consists of proposing a distribution of the projected demand of 250 MT/ h in all the sections to be designed, to then carry out a hydraulic design that transports the liquid phase of fish oil processing. From the proposed design, it is obtained that the fish oil production performance reaches a value of 3.6%, which represents an increase of 0.3% compared to the current performance, in which the selection of pumping equipment was simulated with the AFT Fathom software 9.0. The professional Software used is a free demo that lasts 30 days.

Key words: Anchovy broth, fish oil, production performance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector pesquero es mundialmente reconocido por los beneficios que brinda a los países, como fuente de divisas, de trabajo ya sea directo e indirecto y por ser fuente de alimentación para la población (productos de consumo humano directo e indirecto).

De acuerdo a Food News Latam (2022), el Perú es el productor más grande del mundo de harina y aceite de pescado, representando entre el 20% y 25% del suministro mundial anual de estos productos.

Según Sueiro (2023), en el informe anual de exportaciones pesqueras del Perú para el año 2022, las tres principales empresas peruanas exportadoras de harina de pescado han sido Tecnológica de Alimentos S.A. (236 958.7 TM), Copeinca (215 417 TM) y Pesquera Exalmar (17 233.36 TM).

Las plantas pesqueras mencionadas experimentan cambios en su capacidad de producción, esto debido a fenómenos naturales que disminuyen o incrementan el volumen de pescado extraído y procesado. El escenario crítico es cuando se incrementa la producción, ya que la capacidad de la planta es inferior y con ello se sobre carga a los equipos que la conforman, generando impacto al rendimiento de producción y medio ambiente.

La pregunta central de la investigación es ¿De qué manera podemos aumentar el rendimiento en la producción de aceite de una planta de harina de pescado? Para ello, mediante el diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta se pretende incrementar el rendimiento de producción de la planta de harina de pescado y así reducir las pérdidas de materia prima por rebose de los tanques colectores e incidentes medio ambientales ya que la Ley General de Pesca sanciona la contaminación de aguas superficiales o subterráneas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

De acuerdo a Ramírez (2010), menciona que las pérdidas de materia prima que supera el límite de lo tolerable se consideran como desperdicios extraordinarios. Las unidades se pueden desperdiciar, evaporar o mermar al inicio, durante o al finalizar el proceso de producción, dependiendo de la clase de producto a elaborar. Sugiere también investigar e identificar las causas, con el propósito de buscar y establecer soluciones apropiadas. Se entiende que estas pérdidas de materia prima generan un impacto al costo de producción y se busca minimizar hasta niveles tolerables.

Según La Cámara (2022), el Ministerio de la Producción (PRODUCE) informó que entre enero y febrero de 2022, la pesca de anchoveta de consumo humano indirecto en el país ascendió a 81 700 TM, significando un incremento de 139% con relación al periodo similar del 2021. Esto implicó una noticia favorable para la economía peruana, y a su vez un problema para las plantas de harina de pescado, ya que requiere evaluar el alcance de las pérdidas de materia prima en el proceso de producción de aceite de pescado siempre y cuando no consideren ampliar sus plantas.

Por otro lado, la planta de harina ubicada en Puerto Chicama cuenta con una capacidad de 150 TM/h en la cual procesan anchoveta como materia prima de la harina y aceite de pescado. Sin embargo, por necesidades de incrementar la producción de la compañía se planteó aumentar la capacidad de procesamiento de la planta de 150 a 250 TM/h; para ello, tanto los equipos como las líneas de transporte de caldos deberían soportar este incremento. Sin embargo, al aumentar la capacidad de la planta de procesos de las líneas de transporte de caldos y harina, éstas quedarían sub dimensionadas, y en breve presentarían problemas. Ello podría verse reflejado en las pérdidas de materia prima por rebose de caldos de pescado en los tanques colectores y manifolds de la línea que los transporta. Repercutiendo directamente con el rendimiento de la producción del aceite de pescado. El proceso de producción de aceite de pescado con anchoveta no cuenta con registros académicos que describan la metodología específica para este producto; encontramos en la

literatura procesos con otras especies sin considerar el aumento de volumen de producción con aumento del rendimiento.

Es por esta razón por la que se plantea la siguiente tesis para proponer un diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta aumentando el volumen de producción con la finalidad de incrementar el rendimiento de producción de aceite en la planta de harina de pescado en el puerto Chicama.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta aumenta el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo determinar los parámetros de diseño para un sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?

¿Cómo determinar la demanda del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?

¿Cómo realizar la selección de los equipos del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?

¿Cómo realizar el pre dimensionamiento de la red hidráulica del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?

¿Cómo validar el diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta que aumente el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar el sistema de transporte de caldos de anchoveta para aumentar el rendimiento en la producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar los parámetros de diseño para un sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.

Determinar la demanda del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.

Realizar la selección de los equipos del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.

Realizar el pre dimensionamiento de la red hidráulica del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.

Realizar la validación del sistema de transporte de caldos que aumente el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.

1.4 Justificación

Hernández (2014), señala que una investigación cuya justificación tiene implicancia práctica responde la siguiente interrogante: ¿ayudará a resolver algún problema real?

Desde el punto de vista práctico, el diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta es importante porque permite describir el proceso de producción y una solución al incremento del rendimiento de producción de aceite que surge de la necesidad de aumentar el volumen de producción en la planta de Harina de pescado del Puerto Chicama en La Libertad.

Así también contribuye con la mejora de sus procesos considerando el aumento del volumen de producción ya que originalmente los equipos y líneas de transporte de caldos de la planta eran de menor capacidad a la que la empresa requiere por lo que es necesario rediseñar los componentes de transporte, equipos y máquinas para el trabajo con el volumen requerido y así mejorar las utilidades en la empresa.

1.5 Delimitantes de la investigación

1.5.1 Delimitante teórico

La presente investigación utiliza los principios y leyes de la Mecánica de Fluidos newtonianos considerando los conceptos del sistema de transporte de fluidos, así como las leyes de la conservación de la masa y energía para fluidos.

1.5.2 Delimitante temporal

La presente investigación se delimita temporalmente, ya que se realiza en determinado tiempo de estudio que abarca los años 2021 – 2022, tiempo en el cual se incrementa el volumen de producción, para así plantear diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta adecuado para la planta de Harina de Anchoveta del Puerto Chicama en la Libertad.

1.5.3 Delimitante espacial

La investigación se desarrolla a lo largo la línea que transporta los caldos provenientes de las prensas y desaguador pre strainer hasta la descarga de las centrifugas cuyo producto final es el aceite en la planta de Harina de Anchoveta del Puerto Chicama en la Libertad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Akhmedova et al (2022), en su investigación titulada **“Influence of liquid food products viscosity on lobe pump performance (case of pumping fish oil)”** evalúan las características de una bomba de lóbulos Pomac PLP 1-1.5 para transportar productos alimenticios en forma líquida, para este caso aceite de pescado. Y llega a la conclusión que este tipo de bomba no daña la estructura del aceite de pescado, considerado una sustancia viscosa y que en sus resultados evidencia que la variable a tener en cuenta en los cálculos es la velocidad mínima de transporte. La desventaja principal es el costo elevado del equipo y entre otros resultados menciona que para esta bomba de lóbulos Pomac PLP 1-1.5 transportando aceite de pescado, concluye que el volumen del líquido bombeado en una revolución no depende de la caída de presión y que un aumento de la temperatura del aceite de pescado provoca una disminución del rendimiento de la bomba.

Ésta investigación tiene importancia porque presenta una alternativa de transporte de fluidos viscosos como lo es el aceite de pescado, sin embargo, es necesario precisar la desventaja económica que esta representa, por ello es un factor importante para poder pre seleccionar una bomba adecuada para nuestro proceso.

Los autores mencionan como variable importante la velocidad mínima de transporte para la bomba de lóbulos Pomac PLP 1-1.5 producto de sus pruebas y será importante comparar con los valores que nosotros emplearemos en la presente investigación.

Gudrun et al (2022), en su investigación titulada **“Identification of environmental hotspots in fishmeal and fish oil production towards the optimization of energy-related processes”**, éste estudio evaluó los impactos ambientales de una planta de producción de harina y aceite de pescado pelágico en Islandia, en el cual emplea la metodología de

evaluación del ciclo de vida. El objetivo se centró en evaluar los efectos de diferentes fuentes de energía para producción de servicios públicos debido a la alta intensidad energética de la producción de harina y aceite de pescado, ya que con la calidad mejoró empleando una temperatura de cocción más baja.

Se evaluaron los puntos críticos ambientales de tres escenarios de procesamiento. Donde la fábrica funcionaba con energía hidroeléctrica (escenario 0), combustible pesado (escenario 1) y una composición de ambos (escenario 2), desde la cuna hasta la puerta de la fábrica.

Los resultados medios mostraron que la adquisición de materia prima contribuyó la mayor parte del impacto ambiental cuando la fábrica de harina de pescado funcionaba con energía hidroeléctrica. Sin embargo, el secado tuvo el mayor impacto cuando se utilizó combustible pesado para la producción de servicios públicos.

Este estudio también demostró que bajar la temperatura de cocción de 90 a 85°C, condujo a una mejora de la calidad y al mismo tiempo redujo impactos ambientales durante el procesamiento. Esto indicó que un pequeño ajuste energético en la producción puede tener un beneficio ambiental, lo que demuestra la necesidad de optimizar cada paso del procesamiento en la harina de pescado y proceso de producción de aceite de pescado para aumentar la calidad del producto y minimizar el impacto ambiental.

Es importante resaltar que las investigaciones ponen énfasis en el cuidado del medio ambiente ya que se coincide con ello, en nuestra investigación el medio ambiente es determinante ya que según la Ley General de Pesca sanciona cualquier tipo de contaminación directa hacia el mar y por ende optimizar el uso de energía y cuidar el proceso es necesario.

Por otra parte, se aprecia que hay una mejora de la calidad y reducción del impacto ambiental al bajar la temperatura de cocción hasta 85°C, y recordar que la temperatura de procesamiento en la presente investigación oscila entre los 95 y 100°C, esto debido a que se requiere

que la viscosidad disminuya para conseguir más fluidez y así mejorar la eficiencia de los equipos ya que operará con menos resistencia obteniendo de igual manera un mejor rendimiento en la producción de aceite de pescado.

Freón et al (2017), en su investigación titulada: **“Life cycle assessment of three Peruvian fish meal plants: Toward a cleaner production”** realizaron una evaluación a tres plantas procesadoras de harina y aceite de pescado empleando el método del análisis del ciclo de vida, ellos consideran que este método es importante para las plantas peruanas ya que tienen un predominio de suministro a nivel mundial. Su principal objetivo fue de comparar a las plantas y según sus resultados sugerir formas para limitar sus impactos al medio ambiente. Así también emplearon dos límites de sistema: uno que incluye la pesquería y otro que la excluye, esto con el fin de permitir a otros profesionales utilizar sus datos genéricos del inventario del ciclo de vida (ICV) y el análisis del ICV. Las variables principales que emplearon para el ACV fue las diferentes velocidades de procesamiento y calidad de harina de pescado sobre los impactos ambientales. Para ello emplearon el software SimaPro, la base de datos ecoinvent 2.2 y el método ReCipe. A diferencia de otros estudios de ACV, ellos consideraron las fases de construcción y mantenimiento. Finalmente, su investigación concluye que el utilizar gas natural en lugar de combustible pesado como fuente de energía, genera un beneficio ambiental enorme alcanzando el 41% de la puntuación única de ReciPe cuando se excluye la pesca y el 30% cuando se incluye.

Es importante señalar que nuestra investigación tiene al cuidado del medio ambiente como un factor importante, pues esta puede verse afectada con pérdida de volumen de producción y con la energía empleada para procesar la harina y aceite de anchoveta. Teniendo en cuenta que la planta emplea la energía eléctrica suministrada por la red se buscará diseñar un sistema que emplee la energía necesaria para procesar la harina y aceite de pescado.

Da Silva et al (2023), en su investigación titulada **“Oil extraction from catfish (Netuma barba) through the supercritical fluid”** tuvo como objetivo la extracción de aceite de cabezas de bagre (Netuma barba) a mediante el fluido supercrítico CO₂ (SFE-CO₂), en el cual las condiciones supercríticas fueron: el tiempo de extracción (1 y 3h), temperatura (40 y 60°C) y presión (15 y 25 MPa). Para ello consideró el rendimiento en la obtención de aceite crudo de cabezas de bagre empleando el método de extracción termo mecánica, cuyo valor fue de 86% respecto al método de Bligh y Dyer, con concentraciones de EPA y DHA de aproximadamente 9.0% y 11.9%, respectivamente y lo comparó con el rendimiento más alto empleando el método de extracción supercrítica, cuyo valor fue del 84% con concentraciones de EPA y DHA de 3.4% y 10% esto a las condiciones de 25 MPa, 40°C y 3h. Llegando a la conclusión que el aceite crudo de cabeza de bagre obtenido mediante el proceso con fluidos supercríticos (SFE-CO₂) mostró características similares al aceite obtenido mediante extracción termo mecánica y refinado químicamente. Así, SFE-CO₂, además de ser un método potencial para el aprovechamiento de los desechos del pescado, conduce a una producción sostenible de alimentos a través de la tecnología verde.

La investigación presenta valores de rendimiento elevados en comparación con los valores de rendimiento de producción de aceite crudo de anchoveta, el método que emplea nuestra planta procesadora es la separación mecánica previa cocción de la materia prima y los rendimientos están de acuerdo a la cantidad de grasa que contiene la anchoveta, que en estos casos alcanza valores de 3 a 4% y para ello el objetivo de nuestra investigación es emplear una metodología estructurada para diseñar un sistema de transporte de caldos que soporte un incremento en la capacidad de producción de la planta, reduciendo las pérdidas de fluidos logrando así un incremento en el rendimiento respecto del rendimiento real.

Liu et al (2023), en su investigación titulada **“Analysis of hydraulic characteristics of fluid multiplier fish pump based on CFD simulation”** tienen como objetivo reducir el daño a los peces y mejorar la tasa de supervivencia aumentando así la eficiencia del levantamiento de peses. Para ello emplean un nuevo tipo de bomba de peces multiplicadora de fluido. Las principales conclusiones son las siguientes: el cuerpo de la bomba de peces multiplicadora de fluido produce un caudal entre 2.8 y 3.5 veces mayor que el puerto de inyección de agua en el área del espacio de chorro. El área generada en el ingreso amplificó el flujo en la entrada de los peces. Como resultado, la bomba multiplicadora de fluido para peces pudo succionar y levantar peces. Con el cambio en la distancia del chorro de agua de 2 a 4 mm, la altura y el flujo de la bomba para peces sin cuchillas mejoraron hasta cierto punto. Logrando un valor óptimo para el ángulo de inclinación del rodete durante el cambio del ángulo de inclinación de la superficie del cuerpo de la bomba de -4° a 4° , y alcanzó el valor más alto cuando el ángulo de inclinación era de 2° . La altura cuando la abertura de inyección de agua era de 65mm era aproximadamente 1.42 veces mayor que cuando la abertura de inyección de agua era de 50mm. Cuando la longitud de la paleta guía estaba entre 4 y 6mm, el aumento y la disminución en el caudal de la bomba para peces sin aspas se acercaron al valor máximo de mérito. La bomba de peces multiplicadora de fluido diseñada en este estudio presento las características de una estructura simple y liviana y un alto flujo de elevación de peces, lo que puede reducir la intensidad de la mano de obra y mejorar la eficiencia de captura de peces de acuicultura.

Tal como mencionan los autores en su investigación, se reflejan buenos resultados al emplear una alternativa bomba multiplicadora de fluido para la succión y transporte de materia prima (peces). En nuestra investigación emplearemos una alternativa de bomba que transporte los caldos de pescado combinando un desplazamiento positivo parcial y centrifuga. En ambos casos los resultados dependen del diseño lo cual se valida empleando una simulación con software de ingeniería considerando los

parámetros físicos del diseño de transporte de caldos de anchoveta. Cabe señalar que ambos diseños de bombas buscan no dañar la materia prima pues la calidad de los sub productos depende del manejo adecuado que se da a los peces y caldos de anchoveta.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Ramírez et al (2021), en su investigación titulada “**Diseño del sistema cleaning in place para reducir el tiempo de lavado en la separadora NX-934B, en una planta pesquera, 2021**” plantearon como objetivo de investigación diseñar un sistema cleaning in place para reducir el tiempo de limpieza en la separadora decantadora NX-934B. Fue un estudio del tipo tecnológico, cuya población de estudio fueron 05 separadoras decantadoras NX-934B, además que la muestra y muestreo fue 01 separadora decantadora NX-934B de una empresa pesquera ubicada en Lima norte. Los resultados obtenidos fueron reducir el tiempo de lavado de la separadora NX-934B en un 90%. Otro resultado obtenido es el diseño final de su red hidráulica la cual se compone de tuberías AISI INOX 304 Ø2.5” y 3” con una longitud total de 47 m y 7.2m respectivamente las cuales incluye una válvula mariposa con asiento EPDM. Finalmente logra dimensionar 01 tanque de 1.9m de diámetro y altura de 3m cuyo espesor diseñado es de 3mm haciendo un volumen total de 9.34m³ así también consigue seleccionar 01 bomba centrífuga de 2HP, 1710 RPM, 60 hz, Øimpulsor 14cm.

Esta investigación permite analizar los parámetros a tener en cuenta para diseñar la distribución hidráulica en un equipo importante del sistema de transporte de caldos de anchoveta. Existe una similitud con la investigación que se está realizando porque el líquido que ingresa a la separadora decantadora de caldos de pescado lo hace del mismo modo que ingresaría los caldos provenientes del tanque colector de los licores de prensa y pre-strainer, si bien la separadora que emplean es de la mitad de la capacidad y el fluido es agua con una solución soda / acido a una

determinada temperatura, servirá para verificar la proporción que existe entre su diseño y el de la presente investigación.

Campos (2017), en su investigación titulada **“Optimización de la temperatura de secado y presión de vacío en la decoloración del aceite crudo de pescado”** tuvo como objetivo determinar la temperatura de secado y presión de vacío óptimos para obtener aceite semirrefinado de aceite de pescado con una calidad aceptable. Para ello tuvo como presión de vacío en los siguientes niveles: 0.13, 0.21, 0.41, 0.61 y 0.70 bar y temperatura de secado cuyos valores fueron: 95.86, 100, 110, 120 y 124.14°C. Asimismo caracterizó físico químicamente la materia prima, de igual manera el producto terminado, cuyos parámetros de operación fueron: Temperatura de secado de 110°C y 0.13 bar de vacío. El producto terminado indicó un porcentaje de ácidos grasos libres de $0.27 \pm 0.01\%$ y color CieLab con coordenadas L: 48.69 ± 0.88 , a: -4.28 ± 0.26 y b: 35.03 ± 0.85 , el cual es equivalente a color 6 -7 en escala Gardner, cumpliendo así con las especificaciones industriales.

El secado al pertenecer a la fase sólida del procesamiento de harina de pescado emplea ciertos parámetros de presión y temperatura que influyen en los productos finales, para nuestra investigación nos enfocamos en el sub producto de la haría, como es el aceite de pescado, este sub producto se procesa a temperaturas de 85-95°C y la presión depende de los tramos pues en algunos casos el desplazamiento es por gravedad, almacenamiento temporal a presión atmosférica y la impulsión mediante bombas. Nuestros resultados se ven influenciado por la temperatura del proceso pues de ella depende la viscosidad del fluido que transporta las bombas y que finalmente separa el aceite, agua de cola y los sólidos.

Rubio (2019), en su investigación titulada **“Evaluación técnica económica en una Planta Pesquera en Chimbote, al instalar un segundo secador a fuego directo en la primera etapa de secado para la línea de harina y aceite de pescado”** tuvo como objetivo determinar

la viabilidad técnica económica de la instalación de un segundo secador a fuego directo en la primera etapa de secado. De acuerdo a la información obtenida, se procedió a realizar la evaluación técnica económica de la planta pesquera durante las situaciones antes y después de instalar el segundo secador a fuego directo en la primera etapa de secado, lo que implicó para la evaluación técnica: determinar y comparar los rendimientos de producción, determinar y comparar los balances energéticos de los secadores, determinar y comparar las capacidades de los secadores, antes y después de instalar el segundo secador. Asimismo, comparo costos de producción, punto de equilibrio antes y después. Esta instalación del segundo secador implicó un incremento en el consumo de combustible de 5.05 gal/h en el periodo total de secado. Lo importante es que mejoro la calidad de la harina de pescado, ahorro en el mantenimiento de los secadores y aumento en la capacidad de secado de la planta. Es importante para nuestra investigación evaluar los rendimientos de producción del sub producto de la harina de pescado como lo es el aceite crudo. Teniendo en cuenta que agregando el segundo secador el autor de la investigación citada logra ese incremento y mejoras colaterales, del mismo modo analizaremos los factores que conlleva incrementar la capacidad de la planta, así como las ventajas y desventajas.

Peña (2017), en su investigación titulada **“Propuesta de uso de agua desalinizada de mar para el procesamiento de harina y aceite de pescado en la Provincia de Ilo – Región Moquegua”** sugiere la implementación de plantas desalinizadoras para el sector industrial procesador de harina y aceite de pescado. Para ello realizó un análisis de los métodos empleados en la actualidad para desalinizar el agua de mar, los cuales logran diferenciarse por el costo asociado en la implementación, nivel de impacto ambiental, calidad del producto final y energía consumida. Al realizar una comparación entre los métodos: destilación flash multietapa, destilación por múltiple efecto, destilación por compresión de vapor y osmosis inversa. Llegando a la conclusión que el

método de osmosis inversa es el que brinda mayores niveles de recuperación de agua.

Tomando como consideración que emplear el método de osmosis inversa para la propuesta de usar agua desalinizada contribuye con reducir el impacto ambiental y así entregar los productos y subproductos finales como es la harina y aceite de pescado. Además, que para nuestra investigación es de igual importancia reducir el impacto ambiental que generaría las pérdidas de volumen de producción, es por ello que la manera que tenemos para reducir el impacto es realizando un diseño de transporte de caldos considerando el incremento de volumen de producción a 250 TM/h.

Sánchez et al (2019), en su investigación titulada **“Rediseño de un cocinador indirecto con capacidad de 60 t/h de pescado utilizando un software de programación en la empresa Fabricaciones Industriales D&F E.I.R.L.”** describe como objetivo rediseñar un cocinador de 60 t/h con vapor indirecto para mejorar su eficiencia de consumo de vapor, evitar la contaminación de la materia debido a estancamientos de la misma y calcular los factores físicos mecánicos y térmicos que conllevan al dimensionamiento y selección del material para la fabricación. Asimismo, aplicando ecuaciones físico matemáticas existentes y ecuaciones cuasi experimentales consiguió el debido dimensionamiento de la maquina tanto en la parte mecánica como térmica, logrando con ella un cocinado continuo y transporte adecuado. Para lo cual determino un momento máximo de 385675.38 N.m que debe soportar el eje helicoidal; con ese resultado se seleccionó el acero ASTM A-36. Adicionalmente como parte del rediseño se eliminó puntos muertos dentro de la máquina, permitiendo de esta manera aumentar el área de transferencia de calor conllevando a un menor consumo de vapor hasta 35%.

Nuestra investigación emplea equipos cocinadores con vapor indirecto como parte del procesamiento de aceite de pescado a temperaturas de

95°C transportando anchovetas como materia prima. Es importante mencionar que el hecho de eliminar puntos muertos en el cocinador evita estancamientos de materia prima al interior, este criterio se empleara para que en nuestra investigación seleccionemos las bombas adecuadas, debido a que se quiere evitar estancamientos, primero para no perjudicar el rendimiento de la bomba y lo siguiente para no generar una fuente de cultivo de microorganismos, ello generaría un impacto negativo en el producto final, que para nuestro caso es el aceite crudo de Anchoveta.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Flujo de fluidos

La tasa de flujo de un fluido

Mott (2006), indica que la cantidad de fluido que pasa por un sistema por unidad de tiempo puede expresarse por medio de tres términos distintos:

Q el flujo volumétrico, es el volumen de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo

W el flujo en peso, es el peso de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo

M el flujo másico, es la masa de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo

Señala también, que el flujo volumétrico Q es el más importante de los tres, y se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q = A \cdot v = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

Donde A es el área de la sección, v es la velocidad promedio del flujo, V es el volumen del fluido y t es el tiempo. En el SI, las unidades de Q son:

$$Q = \frac{m^3}{s} \quad (2.2)$$

Ecuación de continuidad para cualquier fluido

Tomando en cuenta las definiciones de Mott (2006), donde menciona que: el método de cálculo de la velocidad de flujo en un sistema de ductos

cerrados depende del principio de continuidad. Tomando un tramo de conducto con punto inicial 1 y punto final 2. Un fluido circula con un flujo volumétrico constante desde la sección 1 a la sección 2. Es decir, la cantidad de fluido que circula a través de cualquier sección en cierta cantidad de tiempo se mantiene constante. Esto se conoce como flujo estable. Por ello, si entre las secciones 1 y 2 no se agrega fluido ni se almacena o retira, entonces la masa de fluido que circula por la sección 2 en cierta cantidad de tiempo debe ser similar a la que circula por la sección 1.

Esto expresado en términos de flujo másico es así:

$$M_1 = M_2 \quad (2.3)$$

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (2.4)$$

A la última expresión se le denomina ecuación de continuidad. Y es utilizada para relacionar la densidad de fluido, el área de flujo y la velocidad de este en dos secciones del sistema donde existe flujo estable. Es válido para todos los fluidos, ya sean gases o líquidos.

Si el fluido en el tubo es un líquido incompresible, entonces los términos ρ_1 y ρ_2 son iguales.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (2.5)$$

$$Q_1 = Q_2 \quad (2.6)$$

Mott (2006), señala que la ecuación anterior es de continuidad tal como se aplica a los líquidos; enuncia que para un flujo estable el flujo volumétrico es el mismo en cualquier sección. También se emplea para gases a velocidad baja, es decir a menos de 100 m/s, con mínimo margen de error.

Velocidad de flujo recomendable en tuberías y ductos

Mott (2006), indica que, en la ecuación de continuidad, la velocidad de flujo se incrementa conforme disminuye el área en la trayectoria del flujo.

Por tanto, los tubos más pequeños generarán velocidades elevadas, y los tubos más grandes proveerán velocidades bajas.

Tabla 2.1 Velocidades recomendadas de fluidos

Fluido	Tipo de flujo	Velocidad	
		pies/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.3
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 - 3
	Línea de conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 - 2	0.15 – 0.6
Vapor de agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 - 100	9 - 30

Fuente: McCabe, et al. Operaciones unitarias en ingeniería química, (1991)

Numero de Reynolds

Para Mott (2006), el comportamiento de un fluido, en especial en lo que se refiere a las pérdidas de energía, depende de si el flujo es laminar o turbulento. Se demuestra en forma experimental y se verifica de modo analítico, que el carácter del flujo en un tubo redondo depende de cuatro variables: la densidad del fluido ρ , su viscosidad η , el diámetro del tubo D , y la velocidad promedio del flujo v . Osborne Reynolds fue el primero en demostrar que es posible conocer el flujo laminar o turbulento si se determina la magnitud de un número adimensional, denominado número de Reynolds (N_R). La ecuación siguiente muestra la definición básica del número de Reynolds:

$$N_R = \frac{vD\rho}{\eta} = \frac{vD}{\nu} \quad (2.7)$$

Donde:

η = Viscosidad dinámica

ν = Viscosidad cinemática

- *Número de Reynolds crítico.*

Mott (2006), indica que, si el número de Reynolds es menor que 2000, este será laminar. Si el número de Reynolds es mayor que 4000, el flujo será turbulento. En el rango de números de Reynolds entre 2000 y 4000 es imposible predecir que flujo existe; la cual denomina región crítica. Si el flujo en un sistema se halla en la región crítica, la práctica usual es cambiar la tasa de flujo o diámetro del tubo para hacer que el flujo sea en definitiva laminar o turbulento. Entonces es posible realizar análisis más precisos.

Para aplicaciones prácticas, se supondrá lo siguiente:

Si $N_R < 2000$, el flujo es laminar.

Si $N_R > 4000$, el flujo es turbulento.

2.2.2 Sistema de bombeo

Ecuación general de la energía

Según Mott (2006), la ecuación general de la energía se maneja como extensión de la ecuación de Bernoulli, ello posibilita resolver problemas en los que hay pérdida y ganancia de energía. La figura 2.13 representa un sistema de flujo y se aprecia la interpretación lógica de la ecuación de la energía. Los términos E_1 y E_2 denotan la energía que posee el fluido por unidad de peso en las secciones 1 y 2, respectivamente. Para un sistema tal, la expresión del principio de conservación de la energía es:

$$E_1 + h_A - h_R - h_L = E_2 \quad (2.8)$$

Se muestra también las energías:

h_A = Energía que se agrega al fluido con un dispositivo mecánico, como una bomba; es frecuente que se le denomine carga total sobre la bomba.

h_R = Energía que se remueve del fluido por medio de un dispositivo mecánico, como un motor de fluido.

h_L = Pérdidas de energía del sistema por la fricción en las tuberías, o pérdidas menores por válvulas y otros accesorios.

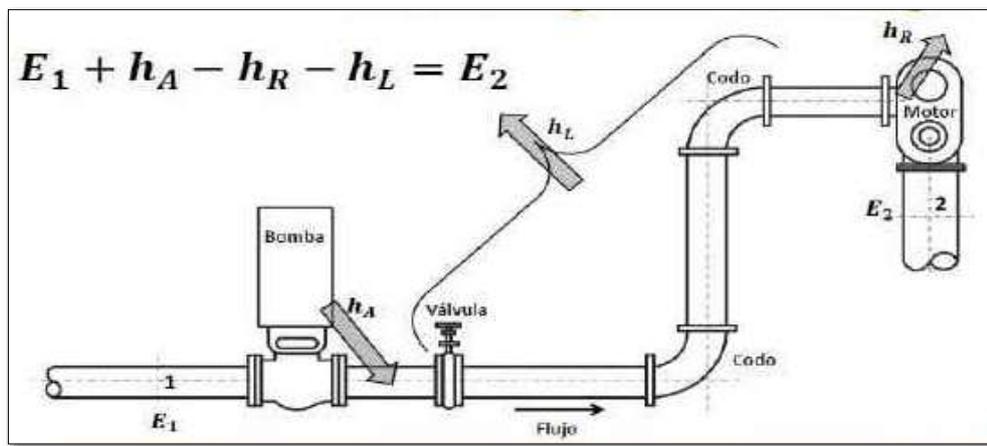
La energía que posee el fluido por unidad de peso es:

$$E = \frac{P}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

Entonces la expresión del principio de conservación de la energía se convierte en:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.10)$$

Figura 2.1 Sistema típico de bombeo



Fuente: Mott. Mecánica de fluidos, (2006)

Mott (2006), señala que en un problema particular es posible que no se requiera que aparezcan todos los términos en la ecuación general de la energía. Si no hay un dispositivo mecánico entre las secciones de interés, los términos h_A y h_R serán igual a cero y se deja fuera de la ecuación. Si las pérdidas de energía son tan pequeñas que puedan ignorarse se elimina el término h_L , si ocurren ambas condiciones, se observa que la ecuación de la energía se reduce a la ecuación de Bernoulli.

Ecuación de Darcy para calcular la pérdida de energía

Mott (2006), en la ecuación general de la energía, definió al término h_L como la pérdida de energía en el sistema. Una componente de la pérdida de energía es la fricción en el fluido que circula. Para el caso del flujo en

tuberías y tubos, la fricción es proporcional a la carga de velocidad del flujo y a la relación de la longitud al diámetro de la corriente.

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.11)$$

Donde

h_L = pérdida de energía debido a la fricción (N.m/N.m)

L = longitud de la corriente del flujo (m)

D = diámetro de la tubería (m)

v = velocidad promedio del flujo (m/s)

f = factor de fricción (adimensional)

g = gravedad (m/s²)

Factor de fricción para el flujo laminar.

En la zona de flujo laminar, para valores por debajo de 2000, f se obtiene de la ecuación:

$$f = \frac{64}{N_R} \quad (2.12)$$

Factor de fricción para el flujo turbulento.

La siguiente ecuación la desarrollaron P. K. Swamee y A. K. Jain:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\epsilon)} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (2.13)$$

La ecuación anterior produce valores de f que están $\pm 1.0\%$ dentro del rango de rugosidad relativa D/ϵ , de 100 a 1×10^6 y para números de Reynolds de 5×10^3 a 1×10^8 . Esta es virtualmente toda la zona turbulenta del diagrama de Moody.

Pérdidas menores, según el coeficiente de resistencia

Según Mott (2006), las pérdidas de energía son proporcionales a la carga de velocidad del fluido, conforme pasa por un codo, expansión o

contracción de la sección de flujo, o por una válvula. Por lo general los valores experimentales de las pérdidas de energía se reportan en términos de un coeficiente de resistencia K como sigue:

$$h_L = K \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.14)$$

Donde

h_L = Pérdida menor

K = Coeficiente de resistencia

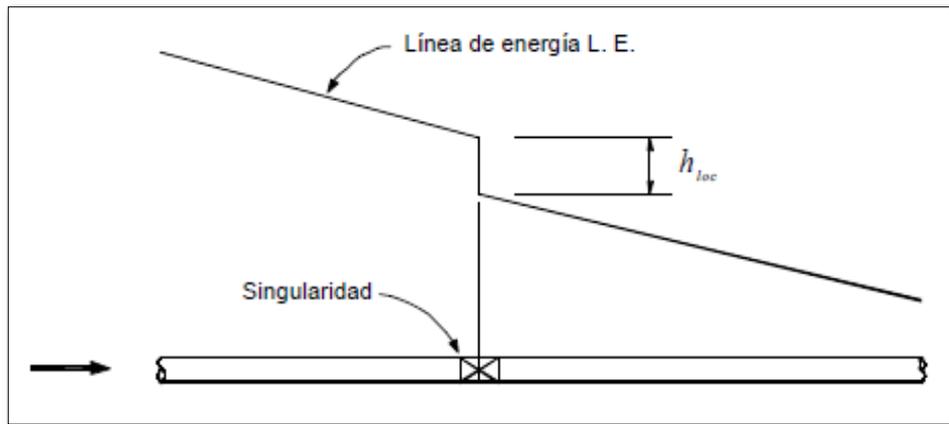
v = Velocidad promedio del flujo en el tubo

El coeficiente de resistencia es adimensional debido a que representa una constante de proporcionalidad entre la pérdida de energía y la carga de velocidad. La magnitud del coeficiente de resistencia depende de la geometría del dispositivo que ocasiona la pérdida, y a veces de la velocidad de flujo, como en las expansiones y contracciones.

Para Rocha (2007), las pérdidas de carga locales o singulares ocurren en determinados puntos de la tubería y ocurre por la presencia de algo especial que se denomina genéricamente singularidad: un codo, una válvula, un estrechamiento, etc.

En la figura 2.14 se observa una tubería mostrando la línea de energía y la súbita caída que experimenta como consecuencia de una singularidad, que produce una pérdida de carga local.

Figura 2.2 Pérdida de carga local



Fuente: Rocha. Hidráulica de tuberías y canales, (2007)

Mccabe (1991), señala que el factor K se obtiene por experimentación y es diferente para cada tipo de conexión. En la siguiente tabla se presenta una lista de estos factores.

Tabla 2.2 Factores para accesorios

Accesorio	Kf
Válvula de asiento, abierto completamente	10
Válvula de ángulo, abierto completamente	5
Válvula de compuerta, abierta completamente	0.2
Válvula de compuerta, semiabierta	5.6
Curvatura de 180°	2.2
Tee	1.8
Codo de 90°	0.9
Codo de 45°	0.4

Fuente: McCabe, et al. Operaciones unitarias en ingeniería química, (1991)

Cavitación en bombas

Según ATECYR (2010), las condiciones del flujo a la entrada de las bombas deben cumplir ciertas condiciones para evitar la existencia de cavitación. La cavitación es la vaporización del líquido debido a la reducción local de la presión absoluta por debajo de la presión de vapor del fluido.

Carga de succión neta positiva requerida (NPSHR)

Mott (2006), indica que los fabricantes de bombas realizan pruebas a cada diseño para determinar el nivel de la presión de succión que se requiere, con el fin de evitar la cavitación, y reportan los resultados como la carga de succión positiva neta requerida, $NPSH_R$, de la bomba en cada condición de capacidad de operación (flujo volumétrico) y carga total sobre la bomba. Es responsabilidad del diseñador del sistema de bombeo garantizar que la carga de succión neta positiva disponible, $NPSH_A$, este muy por arriba de la $NPSH_R$.

Cálculo de la $NPSH_A$.

El valor de la $NPSH_A$ depende de la presión del vapor del fluido que se bombea, las pérdidas de energía en el tubo de succión, la ubicación del almacenamiento de fluido y la presión que se aplica a éste.

$$NPSH_A = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp} \quad (2.15)$$

p_{sp} = Presión estática (absoluta) sobre el fluido en el depósito

h_{sp} = Carga de presión estática (absoluta) sobre el fluido en el almacenamiento; se expresa en metros o en pies de líquido; $h_{sp} = p_{sp}/\gamma$

h_s = Diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba; se expresa en metros o en pies.

Si la bomba está abajo del depósito, h_s es positiva

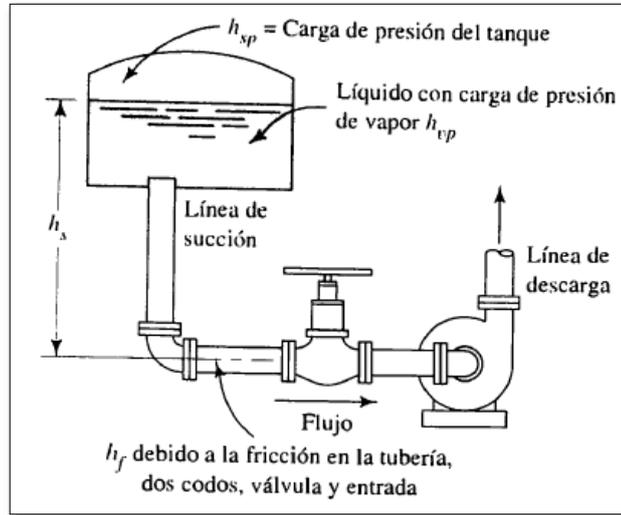
Si la bomba está arriba del depósito, h_s es negativa

h_f = Pérdida de carga en la tubería de succión, debido a la fricción y perdidas menores; se expresa en metros o en pies

p_{vp} = Presión de vapor (absoluta) del líquido a la temperatura a que se bombea

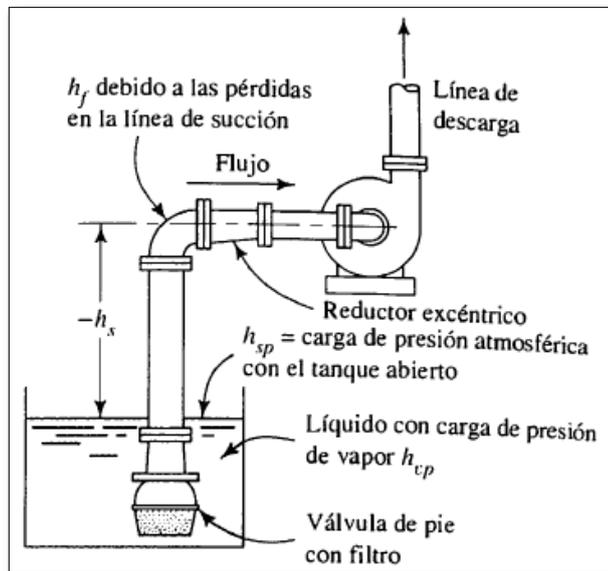
h_{vp} = Carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo;
 se expresa en metros o en pies de líquido; $h_{sp} = p_{vp}/\gamma$

Figura 2.3 Bomba debajo de punto de succión



Fuente: Mott. Mecánica de fluidos, (2006)

Figura 2.4 Bomba encima de punto de succión



Fuente: Mott. Mecánica de fluidos, (2006)

Potencia que requieren las bombas

La potencia se define como la rapidez a que se realiza un trabajo. En la mecánica de fluidos se modifica dicho enunciado y se considera que la potencia es la rapidez con que se transfiere la energía.

Tomando los conceptos de Mott (2006), considera una bomba que suministra una cantidad de energía (N.m) a cada newton de aceite que pasara por ella. Para calcular la potencia que se transmite al aceite, debe determinarse cuantos néwtones de este fluido pasan por la bomba en un lapso dado de tiempo. A esto se le denomina flujo en peso W , y se expresa en unidades de N/s. la potencia se calcula con la multiplicación de la energía transferida por newton de fluido por el flujo en peso.

$$P_A = h_A \cdot W \quad (2.16)$$

Y como $W = \gamma \cdot Q$

$$P_A = h_A \gamma Q \quad (2.17)$$

Donde P_A denota la potencia que se agrega al fluido, γ es el peso específico del fluido que circula a través de la bomba y Q es el fluido volumétrico del fluido.

Eficiencia mecánica de las bombas

Mott (2006), señala que el termino eficiencia se utiliza para denotar la relación de la potencia transmitida por la bomba al fluido a la potencia que se suministra a la bomba. Debido a las pérdidas de energía por fricción mecánica en los componentes de la bomba, fricción del fluido y turbulencia excesiva en esta, no toda la potencia de entrada se transmite al fluido.

$$e_M = \frac{\text{Potencia transmitida al fluido}}{\text{Potencia de entrada a la bomba}} = \frac{P_A}{P_i} \quad (2.18)$$

Para las bombas centrifugas, utilizadas sobre todo para transferir o hacer circular líquidos, la eficiencia va de 50 a 85%.

2.2.3 Balance de materia

Según Cedeño (2018), indica que el balance de materia es una forma de cuantificar las entradas y salidas de materiales de un proceso o parte de ella, se aplican a los procesos donde las propiedades de la materia prima tienden a variar, con la finalidad de obtener productos estándares que cubra las necesidades de la sociedad.

Ley de la conservación de la materia

Cedeño (2018), señala que en toda reacción química la masa se conserva, es decir, que la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos. Por ello, mientras la masa no se convierta en energía, se aceptará la cierta expresión.

$$\Sigma[(\text{Caudal de entrada}) + (\text{velocidad de producción})] = \Sigma[(\text{Caudal de salida}) + (\text{velocidad de destrucción})] \quad (2.19)$$

Balance total de materia

Para Cedeño (2018), el balance total de masa se basa en la ley de la conservación de la materia, mencionado en el ítem anterior.

Figura 2.5 Balance de masa por cargas, sin reacción química



Fuente: Cedeño. Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos, (2018)

De la figura 2.5 el balance global se establecerá para el cálculo de las masas que intervienen (kg), tal como sigue:

$$m_d = m_a + m_c \quad (2.20)$$

Figura 2.6 Balance de materia en un sistema continuo, sin reacción química



Fuente: Cedeño. Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos, (2018)

En el caso de la figura 2.6 el balance global se establecerá para el cálculo de caudales máxicos en kg/s, según se muestra:

$$\dot{m}_d = \dot{m}_a + \dot{m}_c \quad (2.21)$$

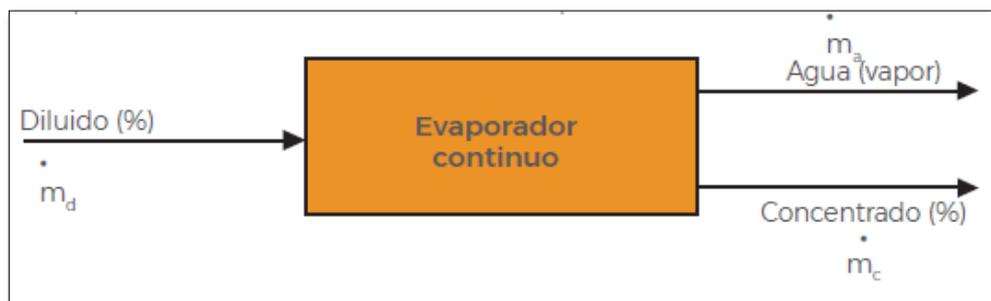
Balance de materia por componentes

Según Cedeño (2018), se aplica el mismo principio que en un balance total de materia, excepto que los componentes se consideran de manera individual.

Pueden existir tantas ecuaciones como variables existan en el sistema.

También señala que es común que las cantidades se den en unidades de peso y la concentración en fracción de peso o en porcentaje en peso.

Figura 2.7 Ejemplo de balance de materia cuyos componentes se encuentran en diluciones químicas



Fuente: Cedeño. Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos, (2018)

De la Figura 2.7 se describe dos componentes (sólido y líquido) que intervienen disueltos en mayor o menor concentración. Por lo tanto, el balance se establece para cada componente según las siguientes ecuaciones:

Balance global:

$$m_d = m_a + m_c \quad (2.22)$$

Balance de sólidos:

$$m_d \cdot X_{dil}^{sólidos} = m_c \cdot X_{conc}^{sólidos} \quad (2.23)$$

Balance global:

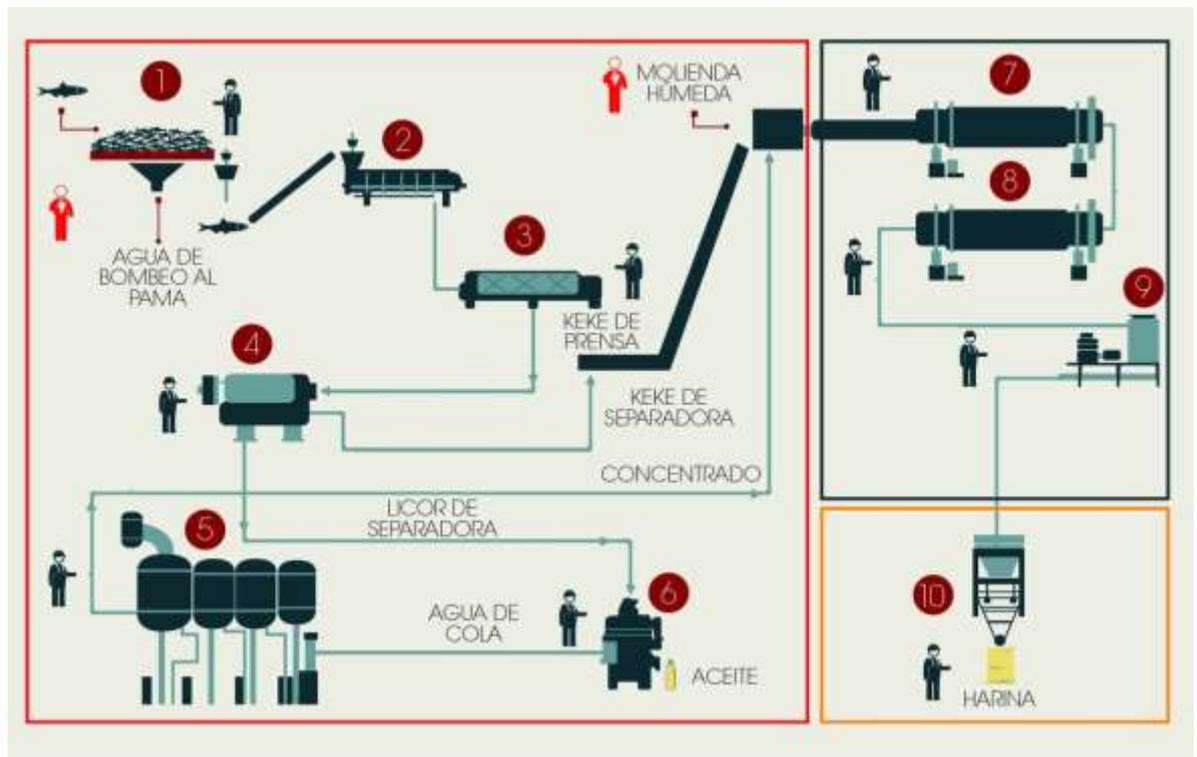
$$m_d \cdot X_{dil}^{agua} = m_a \cdot X_{agua}^{agua} + m_c \cdot X_{conc}^{agua} \quad (2.24)$$

2.2.4 Procesos para la obtención de harina y aceite de pescado

Según Silva (2003), la elaboración de harina de pescado consiste en separar los tres componentes principales de la materia prima: agua, aceite y sólidos. Para ello se emplea el “prensado húmedo” pues es el método más utilizado en el mundo. Este método se basa en una cocción y prensado de materia prima, con un posterior secado y molido de la torta obtenida.

En el siguiente diagrama de flujo se presenta esquemáticamente las distintas etapas del proceso.

Figura 2.8 Proceso productivo de harina y aceite de pescado



Fuente: Sociedad Nacional de Pesquería. Extraído de <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/aceite-de-pescado/>, (2023)

Cocción

Para Berrú (2011), la cocción se ejecuta en cocedores indirectos horizontales, a una temperatura de 90 °C en un tiempo de residencia de 15-25 minutos. Indica también que cada cocina consiste de un cilindro estático, con un tornillo helicoidal en su interior. La transferencia de calor a la materia prima se logra mediante el vapor vivo que se desplaza al interior del tornillo.

El pescado al ser sometido entre 85 a 100°C durante 10 a 15 minutos:

- Detiene la actividad microbiológica
- Las proteínas se coagulan, pasan a fase sólida, soportan presión y liberan agua retenida.
- Liberar lípidos; separa grasa del sólido.

La cocción del pescado depende de: La especie, tamaño, composición química (grasas, sólidos, etc.) y del estado de frescura del pescado (TVN).

Figura 2.9 Cocinador indirecto



Fuente: ECROMSA S.A.C. Extraído de <https://www.ecromsa.com.pe/> (2023)

Pre-desaguado

Según Kleeberg (2012), la mayor parte del líquido de cocción se puede separar por drenaje, la cual se consigue transportando la materia prima cocida a lo largo del transportador con fondo perforado o por un cedazo de vibración. Mediante este procedimiento ya se elimina un líquido, que está compuesto de aceite y agua, y contiene a su vez sustancias disueltas y sólidos en suspensión.

El objetivo de pre desaguado es efectuar un drenaje previo al prensado. Esta operación tiene por finalidad separar dos fracciones: una acuosa y la otra sólida.

Figura 2.10 Desaguador pre strainer



Fuente: KONTINUER. Extraído de <https://www.kontinuer.com/es/equipos/pre-strainer/>, (2023)

Prensado

Según Kleeberg (2012), la materia prima filtrada pasa por la prensa, la cual consiste en una jaula cilíndrica por la que transporta el pescado, empujado por un tornillo sinfín, de diámetro decreciente a lo largo del equipo. Los líquidos que se van liberando se eliminan por el fondo perforado. Esta operación es un proceso continuo y las prensas pueden ser de tornillo simple o doble. Posterior a esta operación la torta que sale de la prensa contiene 55% de humedad y 3% a 4% de aceite.

Figura 2.11 Prensa de doble tornillo



Fuente: IFM. Extraído de https://www.ifm.com.pe/prensa_doble_Tornillo.html, (2017)

Licor de prensa

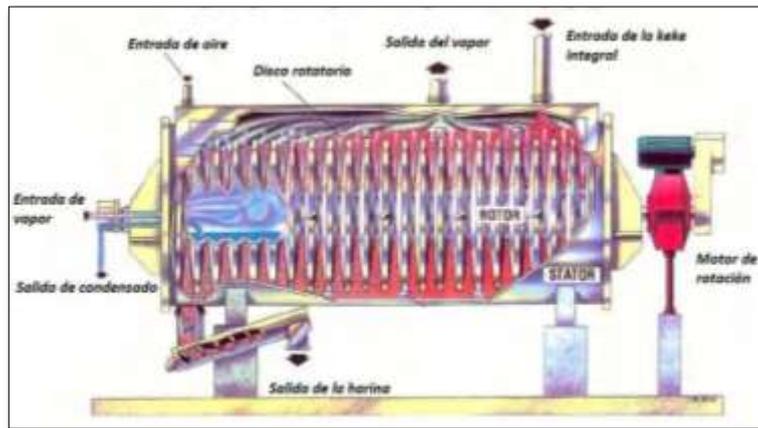
Para Kleeberg (2012), el licor de prensa está constituido por una mezcla de agua, aceite y sólidos. La composición típica de un líquido de prensado es aproximadamente: 78% de agua, 6% de sólidos y 16% de aceite. Esta parte del proceso tiene el propósito de separar la fracción acuosa y concentrar los sólidos disueltos en aguas, para añadirlo nuevamente al producto acabado.

Secado

Kleeberg (2012), menciona que durante este proceso de deshidratación la torta del prensado y el agua de cola se deshidratan simultáneamente, pasando su contenido de agua aproximadamente del 50% al 10%. El bajo

contenido de agua hace que el producto se mantenga estable frente a posibles alteraciones por bacterias o enzimas. También señala que la deshidratación reduce el volumen del producto.

Figura 2.12 Secador rotadisco



Fuente: Vallejos. Modelación, simulación, control PID y control predictivo de un secador rotadisco en la industria pesquera (2013)

Figura 2.13 Secador rotatubo



Fuente: SEGEMIND. Extraído de <https://segemind.com/tag/secador-rotatubo/>, (2016)

Enfriado

Guevara (2014), señala que luego del secado se procede a enfriar el producto hasta temperatura ambiente, para lo cual se hace uso de un cilindro rotativo y aire a alta presión. El aire se genera por unas

compresoras e introducidas al cilindro rotativo por ductos los cuales transportan el producto enfriándolo y lo llevan al otro extremo del cilindro, cayendo el producto en la tolva de los molinos a temperatura entre 30 a 35°C.

Figura 2.14 Enfriador de lecho fluidizado



Fuente: SCHULE. Extraído de <https://www.schulefood.com>, (2023)

Figura 2.15 Enfriador a contraflujo estático



Fuente: IFM. Extraído de <https://www.ifm.com.pe/enfriadores.html>, (2017)

Molienda

Kleeberg (2012), señala que la harina de pescado cuya procedencia es de los deshidratadores tiene partículas de distinto tamaño (fragmentos

grandes hasta polvo fino). El objetivo de la molienda es producir un polvo homogéneo libre de sustancias extrañas y con buen aspecto. Antes de ingresar al molino el producto es sometido a un cribado por vibración y campos magnéticos mediante el cual se eliminan trozos de madera, clavos, anzuelos entre otros. También es común que los clientes requieran partículas de diferente tamaño, entre 0.1 y 2 milímetros. Existe en el mercado diferentes tipos de molinos, pero resultan adecuados los de martillos.

Figura 2.16 Unidad de molienda



Fuente: KONTINUER. Extraído de <https://www.kontinuer.com/es/>, (2023)

Adición de antioxidante

Guevara (2014), indica, como quiera que los productos harinas especiales, contiene ácidos grasos poliinsaturados, que, de no agregarse antioxidante, el producto en contacto con el medio ambiente tendería a oxidarse en la primera fase y luego a enranciarse, deteriorando la calidad del producto terminado. La adición del antioxidante se hace pulverizándolo sobre la harina que va pasando por el tornillo transportador, de tal manera que mezcle homogéneamente con el producto y así sirva como agente protector, durante el almacenamiento transporte a los lugares de consumo y luego durante el almacenamiento en los lugares de consumo, donde el producto no debe tener más de 15 ppm de antioxidantes antes de utilizarlo para la formulación de alimentos balanceados.

Ensacado

Según Guevara (2014), el producto luego de la adición del antioxidante es llevado por un transportador y pasa por un tamiz para separar posibles impurezas como: trozos metálicos, trocitos de madera, trocitos de PVC de dichas impurezas el producto es llevado a la tolva de pesaje y ensaque que viene a ser un área restringido por evitar la contaminación del producto. El prensado y ensacado suele hacerse mecánicamente con el auxilio de un solo operario para el caso de las harinas especiales se utiliza sacos de color blanco de 50, 500 y 1000 kg, dependiente de la solicitud de los usuarios.

Figura 2.17 Sala de ensaque



Fuente: PRIMER TECH. Extraído de <https://www.ptchronos.com/>, (2023)

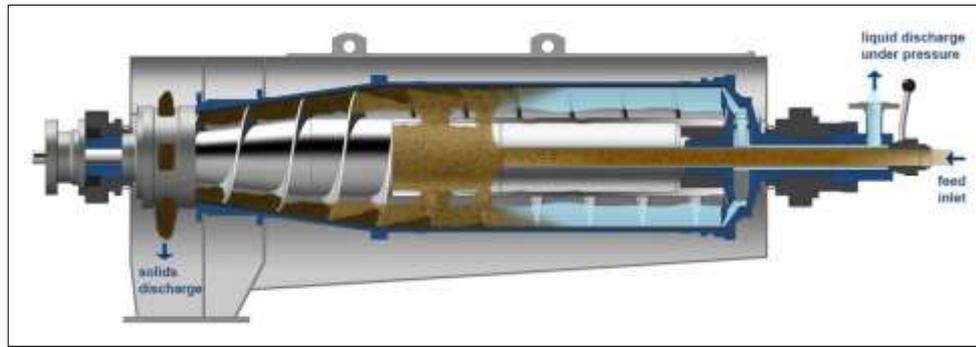
Separación de sólidos

Para Berrú (2011), el licor de prensa tras una operación de cocción y prensado óptimos contiene gran parte de los lípidos y el agua del pescado además un mínimo de sólidos solubles e insolubles, se procesa en una separadora de sólidos, que son máquinas centrífugas horizontales cuya finalidad es la separación de sólidos insolubles.

El objetivo final es lograr una torta rica en sólidos insolubles y mínimo de agua, aceite y solubles.

Asimismo, el licor obtenido deberá contener mínima cantidad de insolubles, ya que este punto es crucial en el ensuciamiento de los equipos que siguen e influyen directamente en el costo de la operación.

Figura 2.18 Decantadora centrífuga de eje horizontal



Fuente: FLOTTWEG. Extraído de <https://www.flottweg.com/>, (2023)

Centrifugación

Según Berrú (2011), el licor de las separadoras, rico en aceite, debe ser procesado en centrifugas verticales, las cuales separan este producto del agua y los sólidos solubles.

Asimismo, los sólidos insolubles arrastrados de los procesos anteriores son eliminados en forma pulsante, mediante procesos programados de vaciado de acumulaciones en el interior de los equipos.

El aceite obtenido, con un mínimo de agua e impurezas, es purificado en centrifugas especiales y posteriormente secado.

El producto obtenido tendrá la pureza y características propias de las materias primas y proceso desarrollado. Es así como la descomposición de las materias primas se ve reflejada en la acidez, la humedad e impurezas del producto.

De esta etapa se obtiene:

- Aceite
- Agua de cola (que está compuesta por agua, sólidos solubles y un mínimo de aceite) y, por otra parte

- Lodos de solidos insolubles, acompañados de agua, aceite y solubles.

Figura 2.19 Separadora centrífuga de eje vertical



Fuente: FLOTTWEG. Extraído de <https://www.flottweg.com/>, (2023)

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Caldos de anchoveta

Se considera caldos o licores de anchoveta a los fluidos resultantes de la separación del pescado posterior a la cocción. Se conoce que los principales caldos del proceso son los siguientes:

Caldo o licor de Desaguador (pre-strainer): Es una sustancia líquida proveniente del desaguador con una temperatura de 95°C, una densidad de 1030 kg/m³ y una viscosidad dinámica de 0.00103 Pa.s.

Caldo o licor de Prensa: Es una sustancia líquida que al igual que el caldo o licor de desaguador contiene agua, aceite y sólidos. Dicho fluido se presenta a 95°C, con una densidad de 1030 kg/m³ y una viscosidad dinámica de 0.00103 Pa.s.

Caldo o licor de decantadora de eje horizontal: Es una sustancia líquida proveniente de la separadora compuesta de agua, aceite y menos solidos

que el licor de prensa. Dicho fluido se presenta a 95°C, una densidad de 1030 kg/m³ y una viscosidad dinámica de 0,00103 Pa.s.

2.3.2 Flujo interno de fluidos

Cengel (2006), señala que la mayoría de los fluidos, en especial los líquidos, se transportan en tuberías de sección circular. Esto es así porque estas tuberías pueden resistir grandes diferencias de presión en el interior y exterior sin distorsión considerable.

Según el autor White (2004), un flujo interno está confinado por paredes, y las regiones fluidas sometidas a los efectos viscosos crecerán y se encontrarán hasta ocupar todo el flujo. Hay una región de entrada donde la corriente no viscosa inicial converge y entra en el conducto. Las capas límites viscosas crecen aguas abajo, frenando el flujo axial en la pared y acelerando el núcleo central para mantener el requisito de continuidad.

2.3.3 Parámetros de diseño

Son aquellos datos preliminares que se recolectan en la fase inicial del proyecto y que sirven para mostrar el estado del sistema previo al diseño. Estos parámetros alimentan los cálculos y criterios para diseñar un sistema de transporte de caldos de anchoveta.

2.3.4 Demanda del sistema

Se considera a la determinación del flujo volumétrico y velocidad del fluido presente en cada tramo del sistema de transporte de caldos de anchoveta. También se considera demanda al consumo de flujo volumétrico presente en todas los componentes del sistema.

2.3.5 Selección de equipos

Es una selección preliminar de los equipos de la planta procesadora de harina y aceite de pescado. En general se selecciona con las características que se requiere en determinado proceso, así como su

demanda o flujo volumétrico a procesar, para ello es importante la información proporcionada por diferentes proveedores del mercado y mediante ello se logra seleccionar tentativamente el equipo a emplear en determinado proceso.

2.3.6 Pre dimensionamiento de la red hidráulica

Consiste en un dimensionamiento preliminar de los componentes de una red hidráulica, llámese tuberías, manifolds, tanques colectores, pre selección de equipos de bombeo, así como válvulas y elementos de conexión de tuberías. Ello se determina mediante ecuaciones de la mecánica de fluidos, principio de sumergencia, tiempos de residencia en tanques colectores, consumo de flujo volumétrico, entre otros.

2.3.7 Validación del diseño

La validación de un diseño se consigue simulando el proceso tal y como si ocurriese en la realidad, sin modificar el sistema existente. Para ello es importante apoyarse de herramientas de ingeniería como software de simulaciones. Existe en el mercado diversos softwares de simulación, y su aplicación depende del tipo de proceso a simular.

2.3.8 Producción de aceite de pescado

Según Kleeberg (2012), el aceite de pescado es un subproducto de la harina de pescado cuyo uso industrial es amplio. Por ejemplo, se utiliza en la elaboración de aceite de compuesto (aproximadamente 50% de aceite de pescado y 50% de aceite vegetal), margarina, jabón, pinturas, etc. Llegando también a aplicaciones farmacéuticas.

2.3.9 Rendimiento de producción

En el Perú el rendimiento de aceite lo define Sparre (1963), y viene dado en porcentaje para ello se relaciona el volumen del aceite producido sobre el peso total de materia prima.

$$\eta = \frac{Q_{ac}}{Q_{planta}} \quad (2.25)$$

Donde:

Q_{ac} : Es el volumen de aceite de anchoveta producido, TM/h

Q_{planta} : Es la cantidad de anchoveta procesado por la planta, TM/h

Figura 2.20 Secuencia de procesamiento



2.4 Definición de términos básicos

Harina de pescado

La harina de pescado es un producto que se obtiene del procesamiento de pescados, eliminando su contenido de agua y aceite.

Aceite de pescado

El aceite de pescado se obtiene como subproducto de la elaboración de harina de pescado, por cocción y prensado de la materia prima, así como por extracción con solvente.

Licor de prensa

El licor de prensa consiste en una mezcla de aceite, solidos insolubles, solidos solubles y una gran cantidad de agua.

Licor de separadora

El licor de separadoras consiste de una mezcla rica en aceite, solidos solubles, agua y bajo en solidos insolubles.

Agua de cola

El agua de cola está compuesta por agua, solidos solubles y un mínimo de aceite.

Viscosidad

Esta propiedad es una de las más importantes en el estudio de los fluidos y se pone en manifiesto cuando los fluidos están en movimiento. La viscosidad de un fluido se debe a la fuerza de fricción interna que se desarrolla entre las diferentes capas de los fluidos a medida que se obligan a moverse unas con relación a las otras.

Fricción

La fuerza de fricción es negativa que se opone al movimiento y refleja que tanta energía mecánica se pierde cuando dos cuerpos inician el movimiento o se mueven entre si y es paralela y opuesta al sentido del movimiento. Refleja que tan eficiente energéticamente es el mecanismo durante su funcionamiento.

Pérdida de carga

Esta representa la altura adicional que el fluido necesita para elevarse por medio de una bomba, con el fin de superar las pérdidas ocasionadas por la fricción en la tubería. La pérdida de carga se produce por la viscosidad y se relaciona directamente con el esfuerzo de corte de la pared del tubo.

Pérdidas menores o secundarias

Estas pérdidas al igual que las primarias se expresan en unidades de longitud y se debe a accesorios ubicados en el trayecto del fluido (codos, válvulas, estrechamiento, etc.). Los accesorios mencionados interrumpen el suave flujo del fluido y provocan pérdidas debido al fenómeno de separación y mezcla del flujo.

Cavitación

Es un fenómeno que ocurre cuando la presión de succión es ligeramente superior a la presión del vapor, y algo de líquido se vaporiza súbitamente dentro de la bomba, reduciendo grandemente la capacidad de la bomba y provocando una severa erosión.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis general y específicas

3.1.1 Hipótesis general

Si se diseña un sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.

3.1.2 Hipótesis específicas

Si se determina los parámetros de diseño para un sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.

Si se determina la demanda del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.

Si se realiza la selección de los equipos del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.

Si se realiza el pre dimensionamiento de la red hidráulica del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.

Si se valida el diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.

3.2 Operacionalización de variable

Tabla 3.1 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices	Método y técnica	
Sistema de transporte de caldos de anchoveta	El flujo de un líquido en tuberías se usa comúnmente en redes de distribución hidráulica. El fluido en estas aplicaciones generalmente es forzado a fluir mediante una bomba atravesando un tramo del ducto. Se pone particular atención a la fricción, que se relaciona directamente con la caída de presión y las pérdidas de carga en el flujo en tuberías y ductos. (Cengel Yunus, Cimbala John. 2012. p340)	El sistema de transporte de caldos de anchoveta se realiza determinando preliminarmente los parámetros iniciales, luego la demanda del sistema, pre selección de equipos, pre dimensionamiento de la red hidráulica y finalmente se validará el diseño empleando un software que simulará la caída de presión en la ruta crítica	Parámetros de diseño	Espacio requerido	Área (m ²)	Cuantitativo Método de diseño en ingeniería Análisis documental Análisis observacional Cálculos de ingeniería Simulación computacional	
				Características del fluido	Viscosidad (m ² /s)		
			Demanda del sistema	Selección de materiales	Código (ASME B31.3)		
				Velocidad del fluido	Velocidad media (m/s)		
			Selección de equipos	Caudal del fluido	Caudal (m ³ /h)		
				Equipos de planta	Capacidad (m ³ /h)		
			Pre dimensionamiento de la red hidráulica	Dimensionamiento de tuberías	Diámetro (mm)		
				Pre dimensionamiento de tanques colectores	Espesor (mm)		
			Validación del diseño	Pre selección de bombas	Longitud (m)		
				Software de Ingeniería	Volumen (m ³)		
Rendimiento de la producción de aceite de pescado	En el Perú el rendimiento de aceite viene dado en porcentaje y se relaciona el volumen del aceite producido sobre el peso total de materia prima. (Sparre et al. 1963)	El rendimiento de producción de aceite se mide empleando la relación de la producción de aceite de pescado respecto de la capacidad de la planta.	Rendimiento de producción de aceite	Producción de aceite de pescado	Capacidad (m ³ /h)	Carga (m)	
				Capacidad de la planta	Software de Ingeniería (AFT Fathom 9.0)		
			Validación del diseño	Planos (Isométrico de los tramos)	Producción de aceite de pescado		TM / h
				Producción de aceite de pescado	Capacidad de la planta		TM / h

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

4.1.1 Tipo de investigación

Según Valderrama (2012), una investigación del tipo “aplicada” se encuentra ligada a la investigación básica ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas, con la finalidad de generar bienestar a la sociedad.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el presente trabajo de investigación es del tipo aplicada, ya que se empleó los conocimientos y bases teóricas establecidos para la Mecánica de fluidos y así solucionar el problema del incremento en el volumen de producción en la planta procesadora de harina y aceite de pescado.

4.1.2 Enfoque de investigación

Según Hernández (2014), el enfoque cuantitativo refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación. El investigador plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, además que sus preguntas de investigación son específicas.

Según lo mencionado en el párrafo anterior la presente investigación es de enfoque cuantitativo porque se emplearán los datos de operación que son medibles, para analizar los fenómenos existentes en el transporte de caldos de pescado para así lograr el diseño hidráulico que permita incrementar el rendimiento de la producción.

4.1.3 Alcance o nivel de profundidad de investigación

Para Espinoza (2014), el nivel de investigación descriptiva, tiene el propósito de describir los objetos de investigación tal como están funcionando u ocurriendo.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el presente trabajo de investigación es del nivel descriptivo, ya que se describe los pasos a seguir para realizar el diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta.

4.1.4 Diseño de investigación

Según Hernández (2014), la investigación no experimental se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

La presente investigación es no experimental ya que el diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta es una propuesta específica que no involucra necesariamente su implementación ya que los resultados se demuestran previamente de manera analítica y mediante una validación empleando software.

4.1.5 Alcance temporal de la investigación

De acuerdo con Hernández (2014), la investigación transeccional o transversal son aquellas que recopilan datos en un momento único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

La presente investigación es transversal, pues se recopilan parámetros físicos de los caldos de anchoveta, así como los parámetros de operación en un momento dado del año 2021, para así, mediante ello proponer un diseño de transporte de caldos que permita incrementar su rendimiento de producción para una planta de 250 TM/h.

4.2 Método de investigación

4.2.1 Método analítico

Según Valderrama (2012), el método analítico consiste en descomponer un todo en sus partes, con el fin de observar las relaciones, similitudes, diferencias, causas, naturaleza y efectos.

4.2.2 Método sintético

Valderrama (2012), señala también que el método sintético es un proceso de razonamiento que tiene a reconstruir todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata, en consecuencia, de hacer una exposición metódica y breve, en resumen.

De acuerdo a lo citado previamente, el presente trabajo de investigación emplea el método analítico-sintético, porque analizamos y diseñamos por separado los componentes del sistema de transporte de caldos de anchoveta, para finalmente integrar todo ello y así demostrar con resultados analíticos y simulaciones el incremento del rendimiento de producción.

4.2.3 Método de diseño en Ingeniería

Barriga (2016), menciona que los métodos de diseño en Ingeniería tratan de racionalizar principalmente las fases de diseño en cuanto a la concepción y la elaboración del proyecto. Esto se hace no tanto por el volumen de trabajo a realizar, sino para facilitar la actividad creadora.

El presente proyecto se caracteriza por seguir cinco etapas secuenciadas que nos permiten analizar y desarrollar el diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta y el resultado final del diseño será una sinergia de dichas etapas.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación consideramos las siguientes etapas:

Etapa 1: Parámetros de diseño

- Descripción de la planta con 150 TM/h (equipos y dimensiones de líneas)
- Descripción de lo que consiste la ampliación a 250 TM/h
- Identificación de los tramos a diseñar
- Determinación del espacio requerido para la ampliación
- Características del fluido
- Selección de materiales
- Determinación de la velocidad del fluido

Etapa 2: Demanda del sistema

- Determinación del caudal en cada tramo mediante el balance de masa

Etapa 3: Selección de equipos

- Selección de equipos de planta de aceite de pescado (Cocinadores, Prestrainer, Prensa, Separadoras, Centrífugas)

Etapa 4: Pre dimensionamiento de la red hidráulica

- Dimensionamiento de tuberías (diámetro, espesor y longitud)
- Pre dimensionamiento de tanques colectores
- Pre selección de bombas

Etapa 5: Validación del diseño

- Simulación de la caída de presión en tramos críticos, empleando el software AFT Fathom 9.0
- Isométricos de los tramos del sistema

4.3 Población y muestra

Valderrama (2012), explica que la población es un conjunto finito o infinito de elementos, los cuales comparten atributos o características, susceptibles de ser observados. Cuando se define la población se debe considerar cuales son los elementos que lo conforman, lugar al que corresponden y el periodo o tiempo en el que se desarrolla la investigación.

Por otro lado, la muestra es un subconjunto que refleja fielmente las características de la población mientras se aplique la técnica adecuada de muestreo de la cual procede. Los aspectos referentes a la representatividad o calidad de muestra son más importantes que aquellos relacionados con la cantidad; no se debe pensar que la representatividad de la muestra depende de su cantidad.

Para el presente trabajo la población y muestra se representa mediante la unidad de análisis, ya que los equipos y demás componentes conforman la planta de aceite de anchoveta, esto dentro de la planta procesadora de harina de pescado en Puerto Chicama – La Libertad.

4.4 Lugar de estudio

El lugar de estudio de la presente investigación se sitúa en una planta procesadora de harina de Anchoveta del Puerto Chicama en la Libertad.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1 Técnicas

Análisis documental

Espinoza (2014), menciona que la técnica documental permite recopilar evidencias con el objetivo de demostrar la hipótesis de la investigación. Esta técnica está formada por documentos como revistas, memorias, actas, reportes e información estadística y cualquier documento de instituciones y empresas.

Para el presente trabajo se empleará la técnica documental para recolectar datos e información, tales como documentos empresariales, datos operativos de la planta, datos de laboratorio, entre otros.

Análisis observacional

Para nuestro proyecto se aplicará la observación detallada de los planos existentes, la que contiene vistas de planta, cortes y elevaciones, en el

cual se presenta al sistema de transporte de caldos de Anchoqueta que inicialmente procesa 150 TM/h.

Cálculos de Ingeniería

En el presente proyecto se realizará cálculos de ingeniería aprendidos durante la etapa de pre grado, tales como ecuaciones y fórmulas de aplicación con el fin de diseñar un sistema de transporte de caldos de Anchoqueta.

4.5.2 Instrumentos

Software de ingeniería computacional

La presente investigación considera importante y necesario el uso de herramientas tecnológicas de simulación computacional, tales como el software AFT Fathom, ello permite comprobar y simular resultados que previamente se diseñó de manera analítica.

Software de hojas de cálculo Excel

La hoja de cálculo de Excel es una herramienta importante para realizar cálculos de ingeniería, y para la presente investigación se empleará para agilizar resultados de ecuaciones similares, así como para realizar diagramas de flujo.

Planos de la planta

Los planos existentes de la planta de harina y aceite de pescado servirán para ubicar el sistema actual, así también nos ayuda a proyectar la ampliación de la planta considerando 250 TM/h y para ello emplearemos el software Autocad.

Fichas técnicas

Para la investigación es importante la revisión y manejo de fichas técnicas tanto de materiales y equipos, ya que dichas fichas presentan información de componentes estándares y comerciales a nivel regional.

Diagrama de Moody

El diagrama o ábaco de Moody será vital para calcular las pérdidas de carga ocasionados por la fricción, que está íntimamente relacionada al material y la longitud de las tuberías.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Teniendo en consideración los datos recopilados se podrá iniciar con los cálculos para determinar la demanda del sistema y pre seleccionar los equipos que soportarán el incremento en la capacidad de planta.

Aplicando los conocimientos de las teorías fundamentales de la mecánica de fluidos, leyes de la conservación de la materia y energía, así como normativas vigentes se desarrollará la presente investigación.

El análisis y procesamiento de datos se realizó tal como sigue:

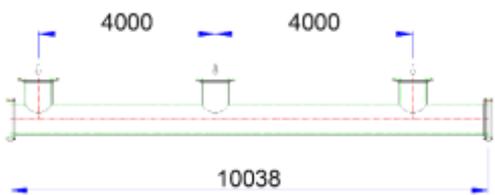
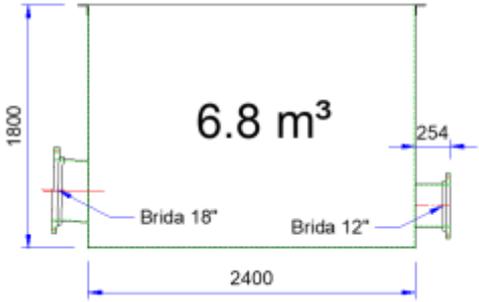
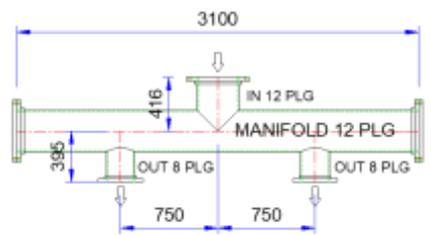
Descripción de la planta con 150 TM/h (equipos y dimensiones de líneas)

La planta de harina de pescado, en específico la línea donde se procesa el aceite de pescado cuenta con los siguientes equipos que detallamos en la tabla 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4:

Tabla 4.1. Equipos de cocción en la planta de 150 TM/h

PROCESO	EQUIPO / ELEMENTO	CARACTERISTICAS
Cocción	03 Cocinadores de vapor indirecto GOALCO CGI-5515-14	Capacidad nominal aprox.: 55/60 Ton/h
		Largo entre bridas: 14 250 mm
		Diámetro exterior: 1 680 mm
		Diámetro del eje helicoidal: 950 mm
		Diámetro de helicoide: 1 510 mm
		Velocidad del rotor: 2 – 8 RPM
		Presión de trabajo: 0-6 bar
		Peso total del cocinador: 38 000 kg
		Motor eléctrico: 22 kW
		Consumo de vapor máx.: 170 kg/ton MP

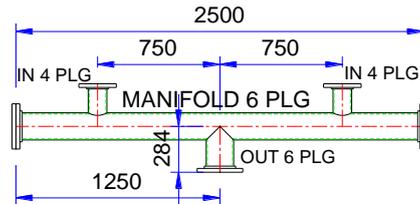
Tabla 4.2. Equipos de prensado en la planta de 150 TMP/hr

PROCESO	EQUIPO / ELEMENTO	CARACTERISTICAS
		Modelo: KPS-50
		Capacidad: 50 ton/h
		Peso: 2300 kg
	03 Desaguadores pre strainer	Potencia: (x2) 3 kW
	KONTINUER KPS-50	Largo: 3800 mm
		Ancho: 2250 mm
		Altura: 1500 mm
		Modelo: RS-64
		Capacidad nominal: 50 ton/h
		Peso: 2300 kg
	03 Presas RS-64	Longitud: 8350 mm
		Altura: 2800 mm
		Ancho: 2100 mm
		Potencia (instalado): 110-132 Kw
Prensado	01 Manifold de 18 plg x 10.04 m	
	01 Tanque colector de licores de prensa, cuyo volumen es de 6.8 m ³ (2.4m x 2.4m x 1.8m):	
	01 manifold de 12 plg x 3.1 m	

02 bombas centrífugas
GRUNDFOS NKG 100-65-
200/162

Modelo: NKG 100-65-200/162
Temperatura del líquido: 0 - 120 °C
Velocidad de la bomba: 2945 RPM
Caudal: 89.67 m³/h
Altura: 30.63 m
Diámetro del impulsor: 200 mm
Potencia de motor: 11 kW

01 manifold de 8 plg x 2.5 m



01 manifold de 8 plg x 3.0 m

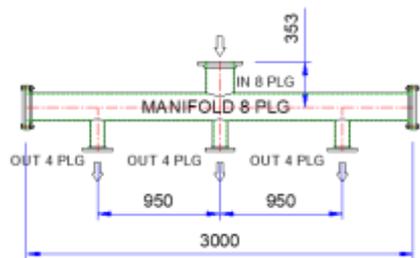
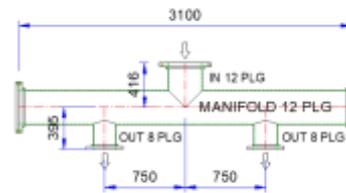


Tabla 4.3. Equipos de separación en la planta de 150 TMP/hr

PROCESO	EQUIPO / ELEMENTO	CARACTERISTICAS
Separación de sólidos	03 decantadores (separadores) centrífugos de eje horizontal ALFA LAVAL FPNX 934B-31G	Modelo: FPNX 934B-31G Temperatura del líquido: 0 - 100 °C Densidad máxima del líquido: 1.2 kg/dm ³ Velocidad máxima de rotor: 3250 RPM Angulo cónico: 8.5°
	01 manifold de 16 plg x 3.0 m	
	01 Tanque colector de licores de separadoras, de 6.8 m ³ (1.3m x 1.8m x 3.0m)	

01 manifold de 12 plg x 3.1 m



Modelo: D03K-L1RD

Diámetro de succión: 4"

Diámetro de descarga: 3"

Altura max./min.: 31 / 7m

Caudal min./max.: 25 / 126 m³/h

Potencia: 6.3 kW

RPM: 3480 RPM

02 bombas centrifugas
helicoidales D03K-L1RD

01 manifold de 6 plg x 2.5 m

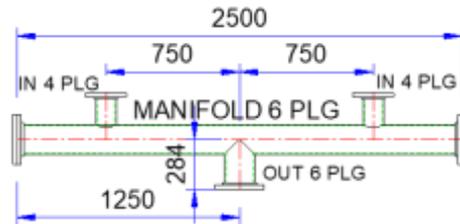
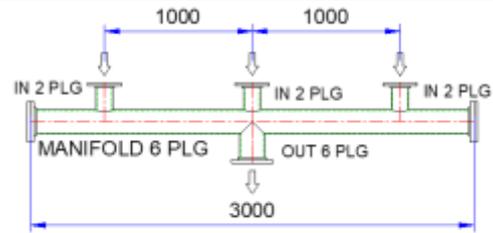


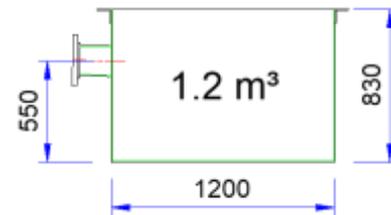
Tabla 4.4. Equipos de centrifugado en la planta de 150 TMP/hr

PROCESO	EQUIPO / ELEMENTO	CARACTERISTICAS
Centrífugas	03 separadores centrifugos de eje vertical ALFA LAVAL AFPX 513	Modelo: AFPX 513
		Capacidad: 37 m ³ /h
		Velocidad: 5120 RPM
		Fuerza centrífuga dentro del recipiente: Max. 7520 g
		Volumen de recipiente: 38 L
		Volumen del espacio para lodos: Aprox. 12 L
		Potencia: 30 kW
		Tiempo de inicio: 8-10 min
		Presión de salida de aceite: 0 kPa
		Diámetro de ingreso: 2 plg
Diámetro de salida de aceite: 2 plg		
Diámetro de salida de agua de cola: 3 plg		
Diámetro de salida de lodos: 8 plg		

01 manifold de 6 plg con 3
ingresos de 2 plg

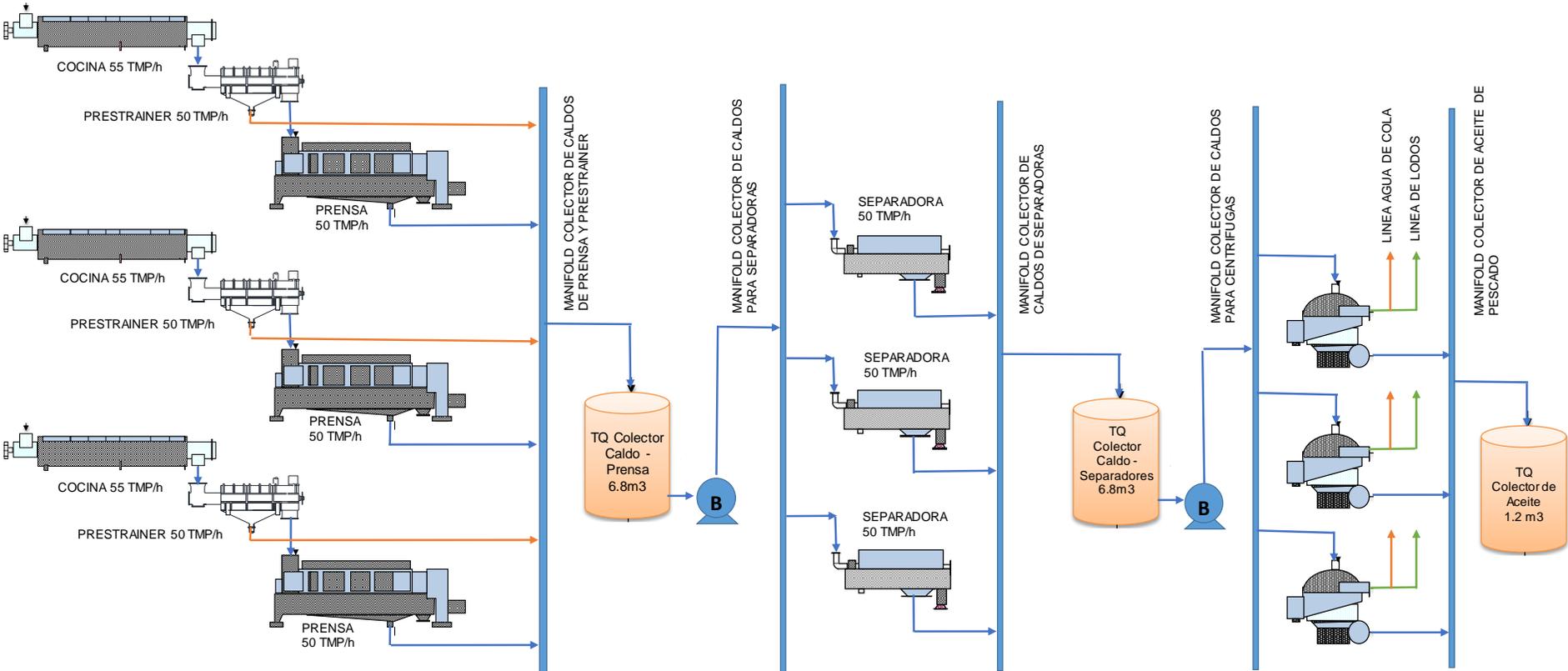


01 Tanque colector de aceite
de pescado, cuyo volumen es
de 1.2 m³ (1.2m x 1.2m x
3.0m):



La planta que tiene una producción de 150 TM/h presenta el proceso que describimos en el diagrama de flujo de la figura 4.1.

Figura 4.1 Diagrama de flujo del proceso actual (150 TM/h)



Descripción de lo que consiste la ampliación a 250 TM/h

La ampliación tiene como característica mantener los equipos principales existentes y agregar equipos con características técnicas similares de manera que cubran la demanda proyectada (100 TM/h adicionales). Específicamente se refiere a los siguientes equipos: cocinadores indirectos, desaguadores pre strainers, prensa de tornillos, decantadoras de eje horizontal y separadoras centrifugas de eje vertical.

Para el caso de los tanques colectores, se propone diseñar nuevos tanques con mayor capacidad.

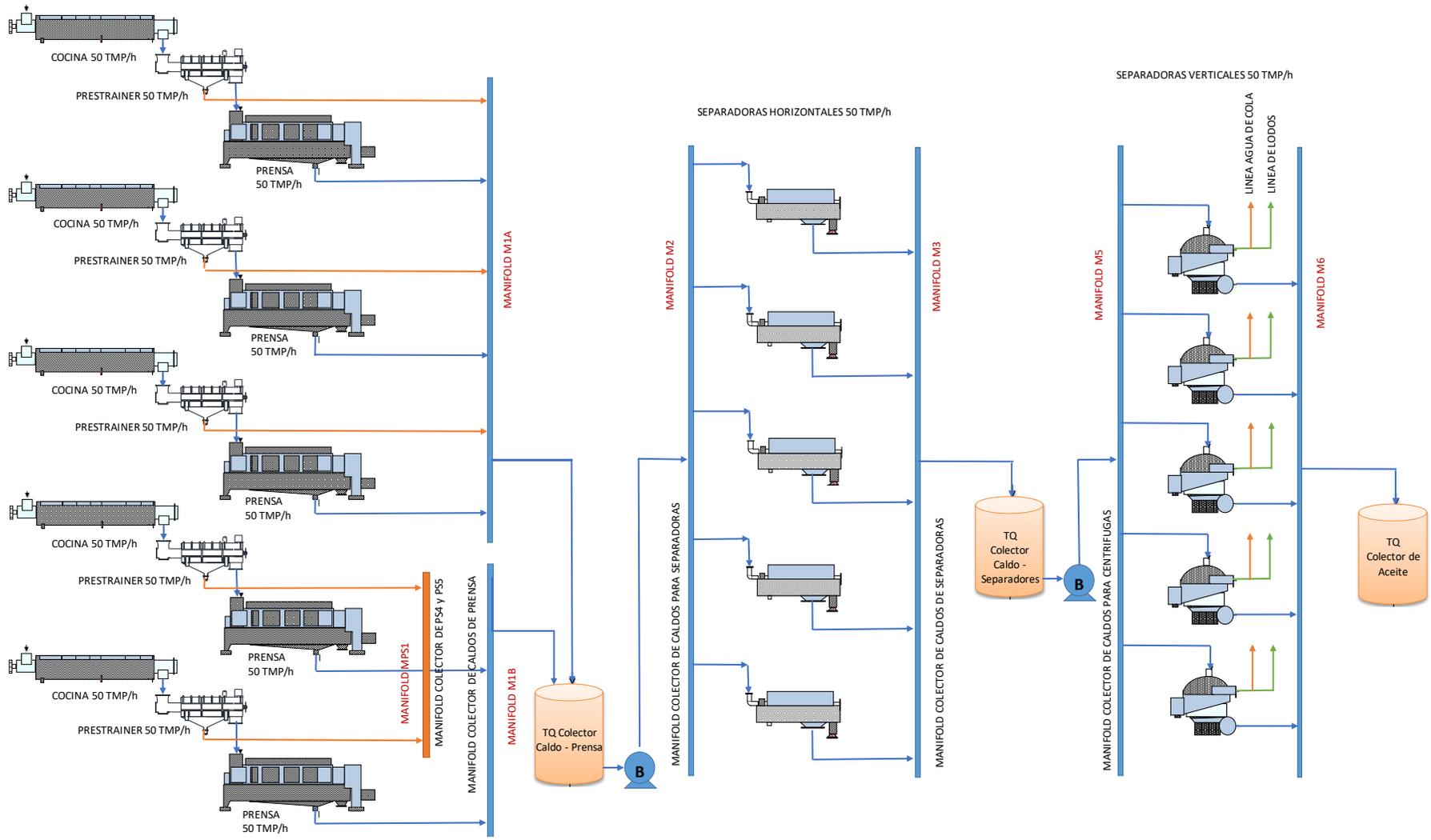
Las bombas impulsoras de los caldos del proceso serán dimensionadas para las nuevas condiciones de operación, proponiendo la mejor alternativa.

Finalmente se volverán a dimensionar las tuberías que transportan los caldos de pescado, así como los manifolds, excepto el primer manifold colector de caldos de prensa ya que un diámetro superior al existente no es un material comercial.

Se exceptúa para la presente investigación el diseño térmico, cálculos estructurales-civiles y de instrumentación.

En la figura 4.2 se muestra un diagrama de flujo con la propuesta de sistema de transporte de caldos, en el cual se detalla los equipos y tramos involucrados en el diseño.

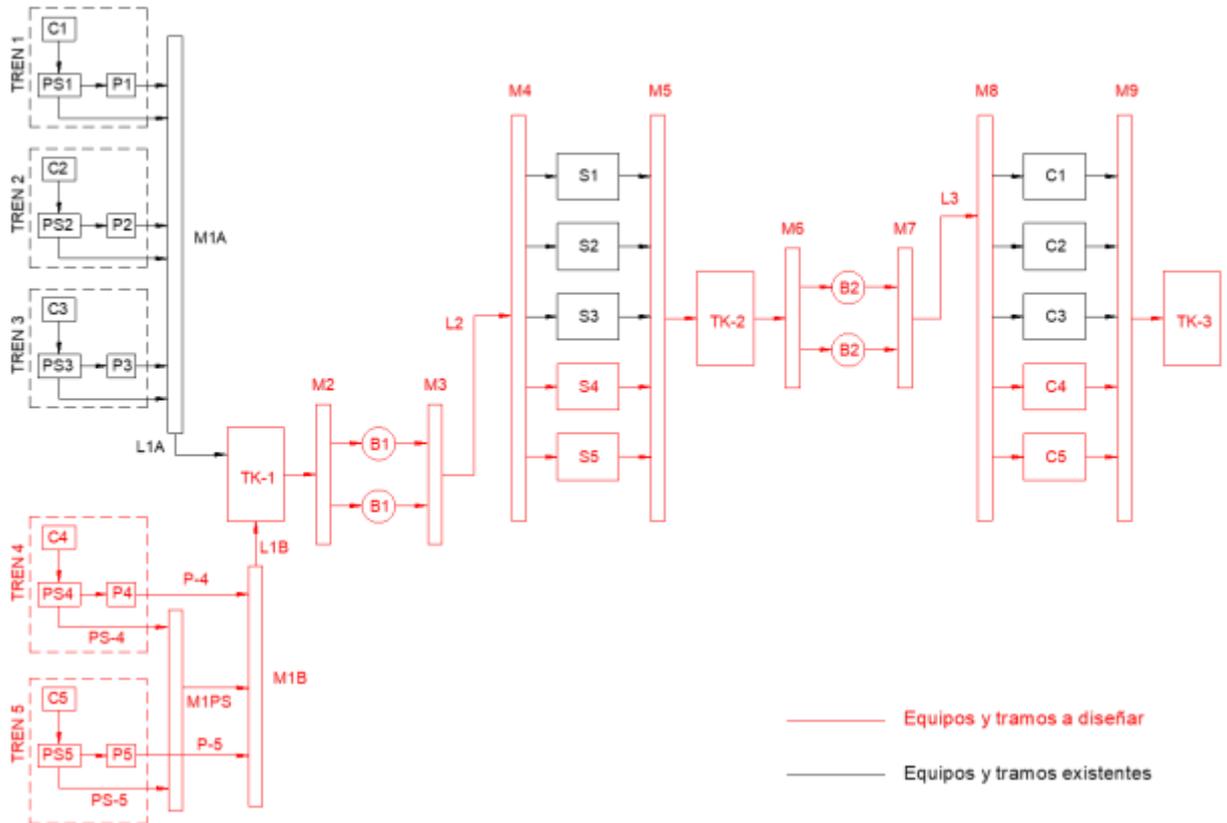
Figura 4.2 Diagrama de flujo del proceso propuesto (250 TM/h)



Identificación de los tramos a diseñar

Los componentes a seleccionar y/o diseñar se muestran en la figura 4.3.

Figura 4.3 Diagrama de identificación de tramos a diseñar



Donde se identifica las líneas en color rojo como los equipos y elementos a diseñar, y las líneas en color negro se entiende que se mantendrán del sistema original (150 TM/h), a continuación, se identifica y detalla los tramos a diseñar:

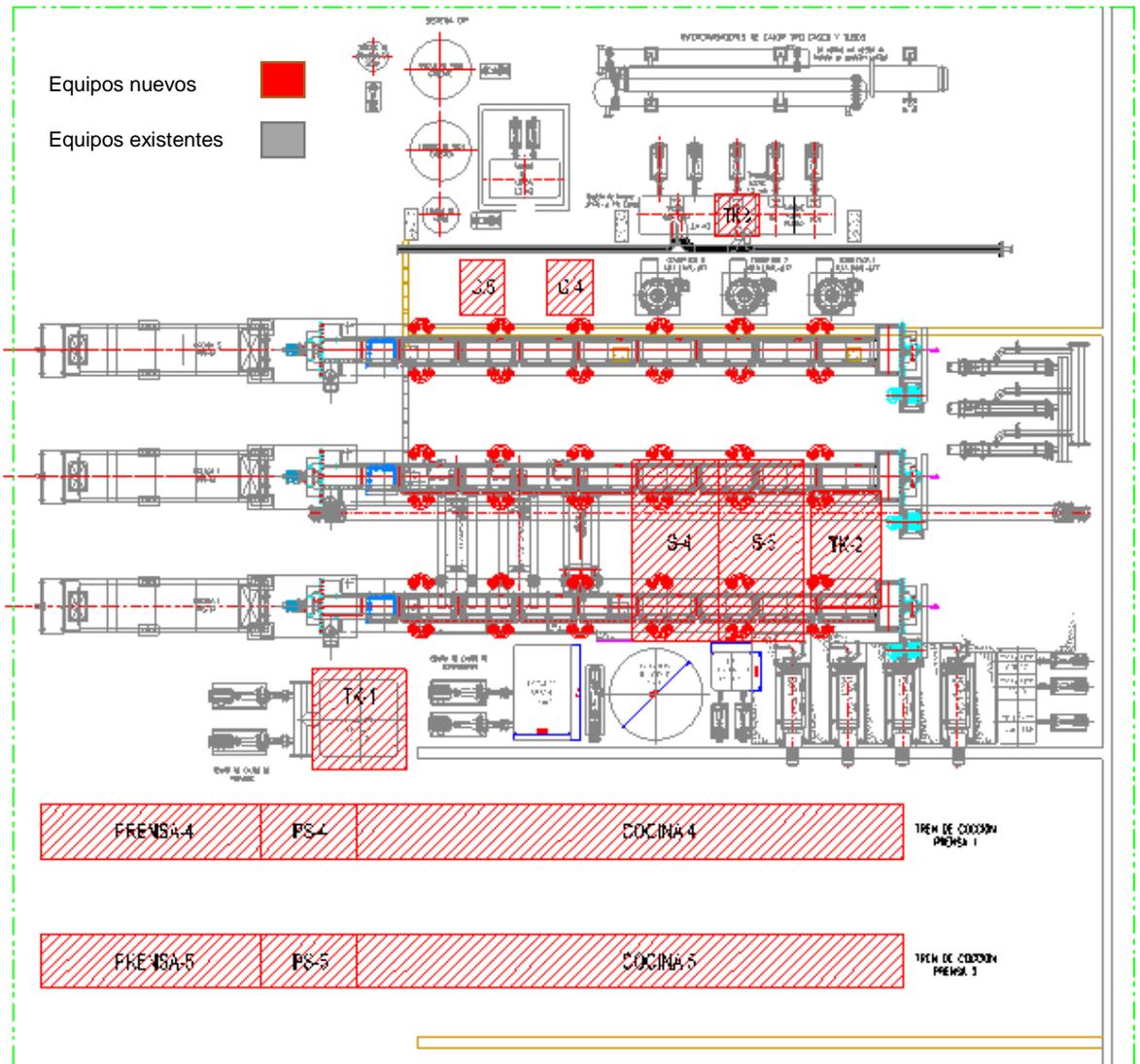
- Tren 4 (cocción – prensa): Cocinador 4, desaguador pre strainer 4, prensa de tornillos 4.
- Tren 5 (cocción – prensa): Cocinador 5, desaguador pre strainer 5, prensa de tornillos 5.
- PS-4, PS-5: Línea que transporta el licor de los filtros pre strainer PS4 y PS5.
- P4 y P5: Línea que transporta el licor de prensa P4 y P5.
- M1PS: Manifold colector de caldos de pre strainer PS-4 y PS-5
- M1B: Manifold colector de caldos de pescado de los trenes 4 y 5

- L1B: Línea que transporta los caldos desde el manifold M1B hasta el tanque colector TK1.
- TK-1: Tanque colector de caldos de prensa
- M2: Manifold que distribuye el flujo de los caldos del tanque TK1 a las bombas B1.
- B1: Bombas que impulsan los caldos desde el manifold M2 hasta el manifold M3.
- M3: Manifold que recibe los caldos de las bombas B1 y descarga hasta el manifold M4.
- L2: Tubería que transporta los caldos desde el manifold M3 hasta el manifold M4.
- M4: Manifold que recolecta los caldos de la línea L2 y distribuye el flujo en las separadoras S1, S2, S3, S4 y S5.
- S4 y S5: Separadoras decanter centrifugos.
- M5: Manifold que recolecta los caldos de las separadoras y los descarga en el tanque colector TK-2.
- TK-2: Tanque colector de caldos provenientes de las separadoras centrifugas.
- M6: Manifold que recolecta los caldos del tanque TK-2 y los distribuye a las bombas B2.
- B2: Bombas que impulsan los caldos de las separadoras desde el manifold M6 hasta el manifold M7.
- M7: Manifold que recolecta los caldos de las separadoras y lo dirige hasta el manifold M8.
- L3: Tubería que transporta el caldo de las separadoras desde el manifold M7 hasta el manifold M8.
- M8: Manifold que distribuye los licores de las separadoras hacia las máquinas centrifugas.
- C4 y C5: Maquinas centrífugas
- M9: Manifold que recolecta el aceite de pescado de las maquinas centrífugas y lo traslada hasta el tanque colector TK-3
- TK-3: Taque que almacena el aceite de pescado del manifold M9

Determinación del espacio requerido para la ampliación

Para determinar el espacio que ocuparían los equipos se emplea el plano en vista de planta en el cual se realizó una distribución preliminar de los equipos principales que soportarán el incremento en la capacidad de la planta de aceite de pescado. Según se muestra en la figura 4.4, los equipos sombreado en color rojo representan los equipos en mención.

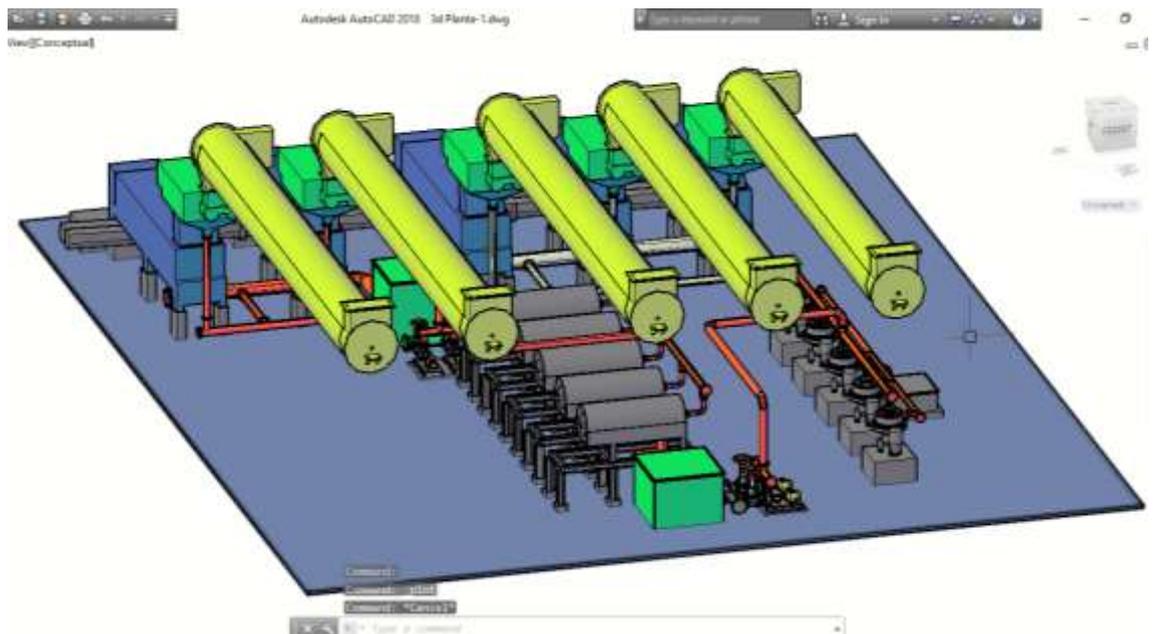
Figura 4.4 Espacio requerido para los equipos propuestos



En la figura 4.5 se muestra un isométrico general en el cual se usa la información de las figuras 4.3 y 4.4, y se modela en el software Autocad 3D

un modelo donde se incluye los equipos a implementar, los tanques colectores a dimensionar, la ubicación de las bombas a seleccionar, tuberías de transporte y manifolds colectores. Este arreglo general es importante también para ver el recorrido de las tuberías.

Figura 4.5 Arreglo general de planta de procesamiento de aceite de anchoveta 250 TM/h



Características del fluido

A los fluidos cuya procedencia corresponde a los procesos para obtener el aceite de pescado se le considera licores o caldos. Estos fluidos tienen la característica de tener una composición basada en:

- % Agua o humedad
- % Grasa
- % Sólidos

Además de su composición, los licores cuentan con las siguientes características físicas: Temperatura, viscosidad, caudal, velocidad.

A continuación, en las tablas 4.5 y 4.6 se detallará las características de los licores que el equipo de calidad extrajo de campo en el proceso de la obtención de aceite de pescado:

Tabla 4.5. Parámetros físicos de los licores de prensa y separadoras

Licores de prensa y separadoras	
Densidad	1030 kg/m ³
Gravedad específica	10.104 KN/m ³
Viscosidad Dinámica	0.0013 Pa.s
Viscosidad Cinemática	1.3 x 10 ⁻⁶ m ² /s
Temperatura	95 °C

Fuente: Reporte químico de planta pesquera, 2022

Tabla 4.6. Parámetros físicos del aceite crudo de pescado

Aceite crudo de pescado	
Densidad	883.8 kg/m ³
Gravedad específica	6.87 KN/m ³
Viscosidad Dinámica	0.010 Pa.s
Temperatura	90 °C

Fuente: Reporte químico de planta pesquera, 2022

Selección de materiales

De acuerdo al artículo 32 del DS 040-2001-PE “Norma sanitaria para las actividades pesqueras y acuícolas”, señala que, para toda caja, contenedor y otros recipientes empleados en el almacenamiento y transporte del pescado, así como productos pesqueros (aceite crudo de pescado) deben de fabricarse de materiales impermeables, resistentes, no corrosibles, que no transmitan olores y que sea lisa para una fácil limpieza.

De lo expuesto y teniendo en consideración el proceso para el transporte de los caldos de pescado destinados a la producción de aceite para consumo humano directo e indirecto. Se infiere que el material a emplear en el diseño debe ser resistente, no corrosible y que soporte temperaturas de proceso de 95°C. Por ello se emplea el código ASME B31.3 para seleccionar el material cuyo estándar es ASTM 312 de grado 316L, cuyo esfuerzo a la tensión según la tabla 4.7 entrega un valor de 70 ksi (485 MPa).

Tabla 4.7. Propiedades mecánicas de los aceros inoxidable

Grado	Designación UNS	Esfuerzo de tensión	Límite elástico
		ksi (MPa)	ksi (MPa)
TP304	S30400	75 (515)	30 (205)
TP304L	S30403	70 (485)	25 (170)
TP316	S31600	75 (515)	30 (205)
TP316L	S31603	70 (485)	25 (170)

Fuente: OCTAL ACERO. Extraído de <https://www.octalacero.com/astm-a312-tp304-tp316-tubo-de-acero-inoxidable>, (2023)

Determinación de la velocidad del fluido

Para determinar la velocidad se empleará valores recomendados por el libro operaciones unitarias en ingeniería química, los que se muestran en la tabla 2.1.

En la tabla 4.9 se detalla el resumen de las velocidades a emplear para cada tramo, tomando en consideración la naturaleza del flujo y los valores de velocidades recomendadas en la tabla 2.1.

Tabla 4.9 Determinación de la velocidad en tramos a diseñar

Tramos a diseñar	Descripción	Tipo de flujo	Velocidad recomendada
PS-4	Descarga licor de Pre strainer	Flujo por gravedad	0.2 m/s
P4	Descarga licor de Prensa	Flujo por gravedad	0.2 m/s
PS-5	Descarga licor de Pre strainer	Flujo por gravedad	0.2 m/s
P5	Descarga licor de Prensa	Flujo por gravedad	0.2 m/s
M1PS	Manifold colector de licor pre strainer PS4 y PS5	Flujo por gravedad	0.2 m/s
M1B	Manifold colector de licor de trenes 4 y 5	Flujo por gravedad	0.2 m/s

L1B	Línea que transporta licor desde el manifold M1B hasta el tanque colector TK-1	Flujo por gravedad	0.2 m/s
TK1	Tubería de descarga de tanque colector de licor de prensas	Entrada de bomba	0.7 m/s
M2	Manifold distribuidor de licores del tanque TK-1 hacia bombas B1	Entrada de bomba	0.7 m/s
B1-S	Tuberías que conectan el manifold M2 con las bombas B1	Entrada de bomba	0.7 m/s
B1-D	Tuberías que conectan las bombas B1 con el manifold M3	Salida de bomba	2.1 m/s
M3	Manifold colector de licores de las bombas B1	Línea de conducción	1.8 m/s
L2	Tubería que transporta licores desde el manifold M3 hasta el manifold M4	Línea de conducción	1.8 m/s
M4	Manifold que distribuye los licores de prensa a las separadoras S1, S2, S3, S4 y S5	Línea de conducción	1.8 m/s
S1, S2, S3, S4 y S5 (Ingreso)	Tubería de ingreso a separadoras	Línea de conducción	1.8 m/s
S1, S2, S3, S4 y S5 (Salida)	Tubería de salida de separadoras	Flujo por gravedad	0.2 m/s
M5	Manifold colector de licores de las separadoras S1, S2, S3, S4 y S5	Flujo por gravedad	0.2 m/s
TK-2	Tubería que conecta el manifold M5 con el tanque colector TK-2	Flujo por gravedad	0.2 m/s
M6	Manifold colector de licores del tanque TK-2 para distribuir a las bombas B2	Línea de conducción	0.7 m/s
B2-S	Tuberías que conectan el manifold M6 con las bombas B2	Entrada de bomba	0.7 m/s
B2-D	Tuberías que conectan las bombas B2 con el manifold M7	Salida de bomba	2.1 m/s
M7	Manifold colector de licores de separadoras	Línea de conducción	1.8 m/s
L3	Tubería que transporta los licores del manifold M7 hasta el manifold M8	Línea de conducción	1.8 m/s

M8	Manifold que distribuye los licores de separadoras a las máquinas centrífugas C1, C2, C3, C4 y C5	Línea de conducción	1.8 m/s
C1, C2, C3, C4 y C5 (ingreso)	Tuberías de ingreso a máquinas centrífugas	Línea de conducción	1.8 m/s
C1A, C2A, C3A, C4A y C5A (salida)	Tuberías de salida de aceite crudo de las máquinas centrífugas	Flujo por gravedad	0.2 m/s
M9A	Manifold colector de aceite crudo	Flujo por gravedad	0.2 m/s
TK-3A	Tubería que transporta el aceite crudo desde el manifold M9A hasta el tanque colector de aceite TK-3A	Flujo por gravedad	0.2 m/s

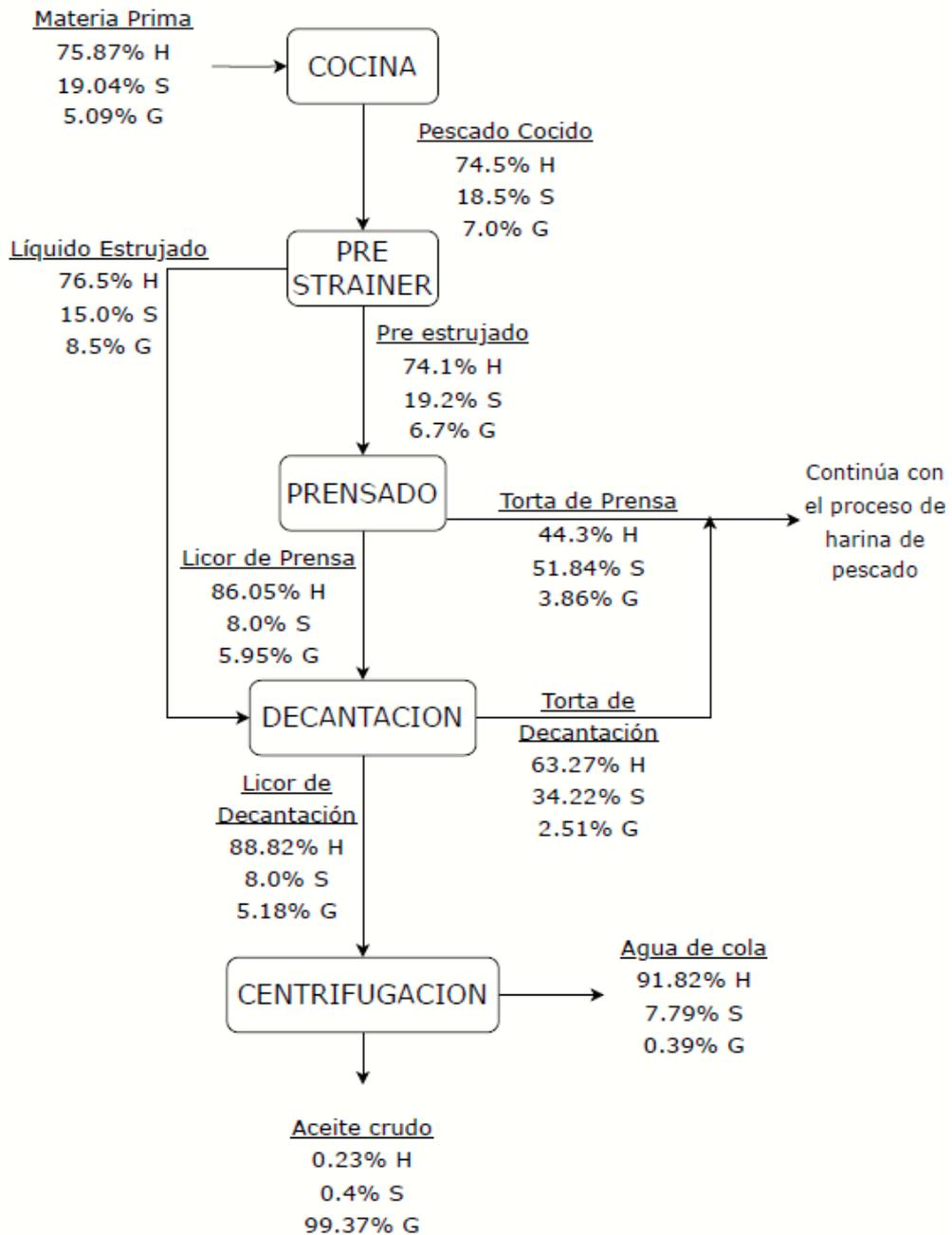
Determinación del caudal en cada tramo mediante el balance de masa

Para determinar el caudal en los tramos a diseñar se tendrá en consideración los valores porcentuales entregado por el área de calidad de la planta, mediante un reporte de análisis químico en cada proceso de la planta de aceite de pescado, según el anexo 17.

Luego se emplea el balance de masa en los sistemas determinados para cada proceso, debido a que no existe reacción química y se empleará el caudal de los líquidos para calcular los diámetros en la siguiente etapa.

Se tendrá en consideración que los trenes cocina, pre strainer, prensa serán alimentados en iguales proporciones y en paralelo.

Figura 4.6 Composicion fisica de cada etapa del procesamiento de aceite de pescado

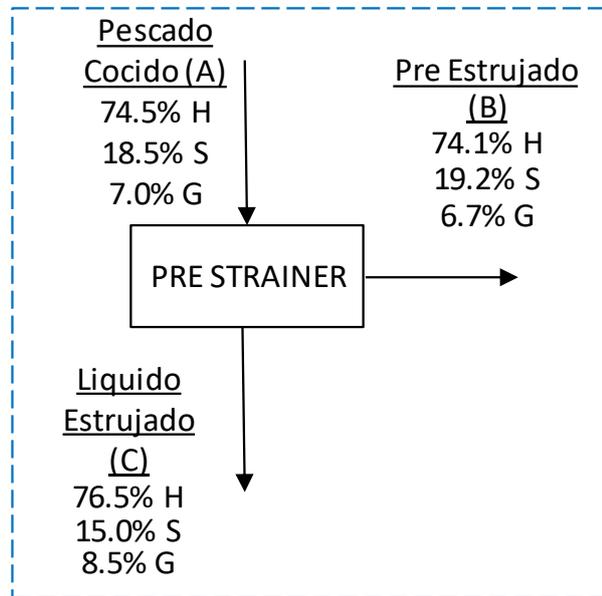


En la figura 4.6. se representa un diagrama de flujo con los valores porcentuales de sólidos, grasa y humedad de los licores en cada etapa del proceso, teniendo en cuenta los datos del análisis químico del anexo 17. Luego delimitaremos cada sistema y realizaremos un balance de masa en cada etapa, para determinar el flujo en cada etapa del procesamiento de aceite de pescado.

Sistema 1

Ingresa 250 TM/h (Pescado cocido)

Figura 4.7 Sistema 1 – balance de materia en el filtro pre-strainer



Balance total:

$$\sum \text{ingreso} = \sum \text{salida}$$

$$A = B + C$$

$$50 = B + C$$

Balance parcial (grasa)

$$A \cdot \%SA = B \cdot \%SB + C \cdot \%SC$$

$$250 \cdot (0.745) = B \cdot (0.741) + C \cdot (0.765)$$

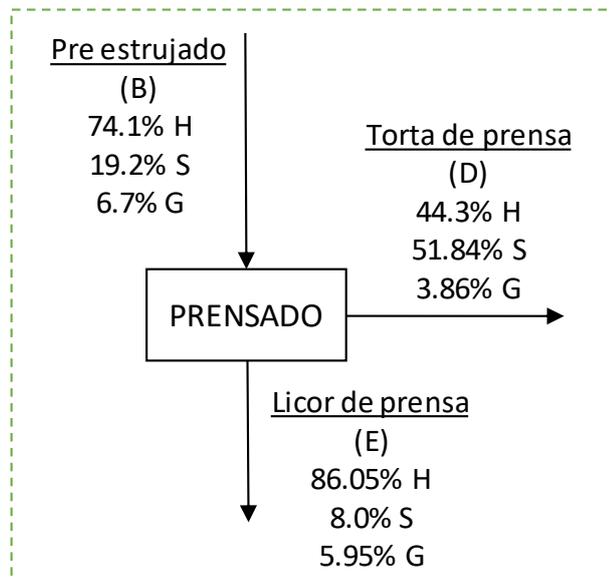
B = 208.3 TM/h (Pre Estrujado)

C = 41.6 TM/h (Líquido Estrujado)

Sistema 2

Ingresa 208.3 TM/h (Pre Estrujado)

Figura 4.8 Sistema 2 – balance de materia en el prensado



Balance total:

$$\sum \text{ingreso} = \sum \text{salida}$$

$$B = D + E$$

$$208.3 = D + E$$

Balance parcial (líquido)

$$B \cdot \%SB = D \cdot \%SD + E \cdot \%SE$$

$$208.3 \cdot (0.192) = D \cdot (0.5184) + E \cdot (0.08)$$

D = 53.23 TM/h (Torta de Prensa)

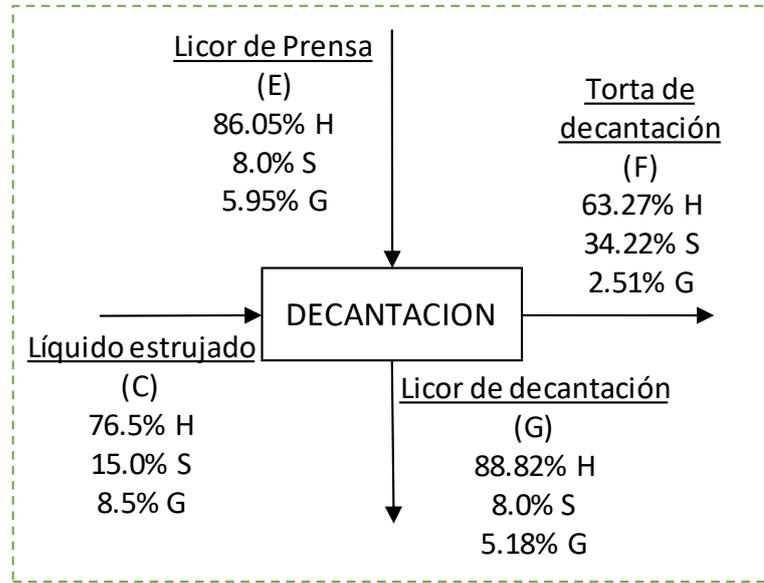
E = 155.1 TM/h (Licor de Prensa)

Sistema 3

Ingresa 30.25 TM/h (Licor de Prensa)

Ingresa 8.33 TM/h (Líquido Estrujado)

Figura 4.9 Sistema 3 – balance de materia en la separación



Balance total:

$$\sum \text{ingreso} = \sum \text{salida}$$

$$C + E = F + G$$

$$41.6 + 155.1 = F + G$$

$$196.7 = F + G$$

Balance parcial (líquido)

$$C \cdot \%SC + E \cdot \%SE = F \cdot \%SF + G \cdot \%SG$$

$$41.6 \cdot (0.15) + 155.1 \cdot (0.08) = F \cdot (0.3422) + G \cdot (0.08)$$

$$18.648 = 0.3422F + 0.08G$$

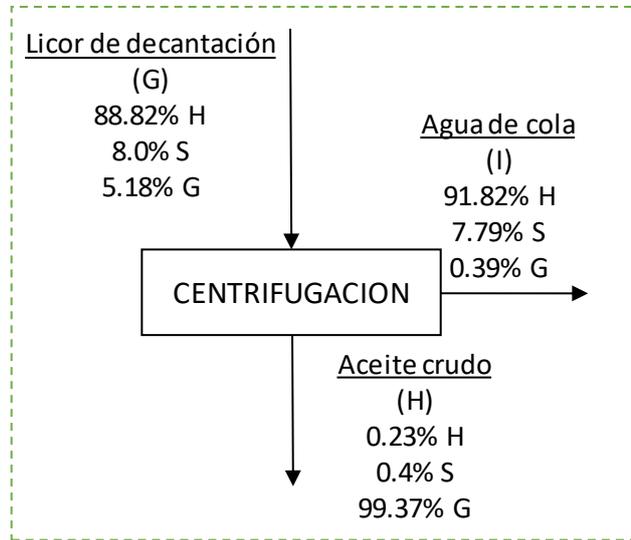
F = 11.1 TM/h (Torta de Decantación)

G = 185.6 TM/h (Licor de Decantación)

Sistema 4

Ingresa 24.5 TM/h (Licor de decantación)

Figura 4.10 Sistema 4 – balance de materia en la centrifugación



Balance total:

$$\sum \text{ingreso} = \sum \text{salida}$$

$$G = H + I$$

$$185.6 = H + I$$

Balance parcial (grasa)

$$G \cdot \%GG = H \cdot \%GH + I \cdot \%GI$$

$$185.6 \cdot (0.0518) = H \cdot (0.9937) + I \cdot (0.0039)$$

$$9.63 = 0.9937H + 0.0039I$$

H = 9 TM/h (Aceite crudo)

I = 176.6 TM/h (Agua de cola)

En la tabla 4.9 se muestra un resumen de la demanda para cada etapa de procesamiento de los caldos de pescado, se inicia con el pescado cocido y se finaliza con el aceite crudo en la descarga de las separadoras centrifugas y agua de cola que se dirige hacia la planta evaporadora.

Tabla 4.9 Resumen de la demanda en cada proceso

Item	fluido	caudal
A	Pescado cocido	250 TM/h
B	Pre Estrujado	208.3 TM/h
C	Líquido Estrujado	41.6 TM/h (40.4 m ³ /h)
D	Torta de Prensa	53.23 TM/h
E	Licor de Prensa	155.1 TM/h (150.6 m ³ /h)
F	Torta de Decantación	11.1 TM/h
G	Licor de Decantación	185.6 TM/h (180.2 m ³ /h)
H	Aceite crudo	9 TM/h (10.2 m ³ /h)
I	Agua de cola	176.6 TM/h (171.5 m ³ /h)

En la tabla 4.10 se detalla el caudal específico para cada tramo identificado previamente y para ello se emplea la información de la figura 4.3 y la tabla 4.9.

Tabla 4.10 Resumen de la demanda en cada tramo a diseñar

Tramos a diseñar	Descripción	Caudal
PS-4	Descarga licor de Pre strainer 4	$41.6/5 = 8.08 \text{ m}^3/\text{h}$
P4	Descarga licor de Prensa 4	$155.1/5 = 30.12 \text{ m}^3/\text{h}$
PS-5	Descarga licor de Pre strainer 5	$41.6/5 = 8.08 \text{ m}^3/\text{h}$
P5	Descarga licor de Prensa 5	$155.1/5 = 30.12 \text{ m}^3/\text{h}$
M1PS	Manifold colector de licor de pre strainer	$2(8.08) = 16.16 \text{ m}^3/\text{h}$
M1B	Manifold colector de licor de trenes 4 y 5	$2(8.08+30.12) = 76.4 \text{ m}^3/\text{h}$
L1B	Línea que transporta licor desde el manifold M1B hasta el tanque colector TK-1	$2(8.08+30.12) = 76.4 \text{ m}^3/\text{h}$
TK1	Tubería de descarga de tanque colector de licor de prensas	$5(8.08+30.12) = 191 \text{ m}^3/\text{h}$
M2	Manifold distribuidor de licores del tanque TK-1 hacia bombas B1	$5(8.08+30.12) = 191 \text{ m}^3/\text{h}$
B1-S	Tuberías que conectan el manifold M2 con las bombas B1	$5(8.08+30.12)/2 = 95.5 \text{ m}^3/\text{h}$
B1-D	Tuberías que conectan las bombas B1 con el manifold M3	$5(8.08+30.12)/2 = 95.5 \text{ m}^3/\text{h}$

M3	Manifold colector de licores de las bombas B1	$5(8.08+30.12) = 191 \text{ m}^3/\text{h}$
L2	Tubería que transporta licores desde el manifold M3 hasta el manifold M4	$5(8.08+30.12) = 191 \text{ m}^3/\text{h}$
M4	Manifold que distribuye los licores de prensa a las separadoras S1, S2, S3, S4 y S5	$5(8.08+30.12) = 191 \text{ m}^3/\text{h}$
S4 y S5 (Ingreso)	Tubería de ingreso a separadoras S4 y S5	$8.08+30.12 = 38.2 \text{ m}^3/\text{h}$
S4 y S5 (Salida)	Tubería de salida de licor de separadoras S4 y S5	$36.04 \text{ m}^3/\text{h}$
M5	Manifold colector de licores de las separadoras S1, S2, S3, S4 y S5	$5(36.04) = 180.2 \text{ m}^3/\text{h}$
TK-2	Tubería que conecta el manifold M5 con el tanque colector TK-2	$5(36.04) = 180.2 \text{ m}^3/\text{h}$
M6	Manifold colector de licores del tanque TK-2 para distribuir a las bombas B2	$5(36.04) = 180.2 \text{ m}^3/\text{h}$
B2-S	Tuberías que conectan el manifold M6 con las bombas B2	$5(36.04)/2 = 90.1 \text{ m}^3/\text{h}$
B2-D	Tuberías que conectan las bombas B2 con el manifold M7	$5(36.04)/2 = 90.1 \text{ m}^3/\text{h}$
M7	Manifold colector de licores de separadoras	$5(36.04) = 180.2 \text{ m}^3/\text{h}$
L3	Tubería que transporta los licores del manifold M7 hasta el manifold M8	$5(36.04) = 180.2 \text{ m}^3/\text{h}$
M8	Manifold que distribuye los licores de separadoras a las máquinas centrífugas C1, C2, C3, C4 y C5	$5(36.04) = 180.2 \text{ m}^3/\text{h}$
C1, C2, C3, C4 y C5 (ingreso)	Tuberías de ingreso a máquinas centrífugas	$36.04 \text{ m}^3/\text{h}$
C1A, C2A, C3A, C4A y C5A (salida)	Tuberías de salida de aceite crudo de las máquinas centrífugas	$2.04 \text{ m}^3/\text{h}$
M9A	Manifold colector de aceite crudo	$5(2.04) = 10.2 \text{ m}^3/\text{h}$
TK-3A	Tubería que transporta el aceite crudo desde el manifold M9A hasta el tanque colector de aceite TK-3A	$5(2.04) = 10.2 \text{ m}^3/\text{h}$

Selección de equipos de planta de aceite de pescado (Cocinadores, Prestrainer, Prensa, Separadoras, Centrífugas)

Selección de Cocinadores:

Teniendo en consideración que la implementación constará en mantener los equipos iniciales y agregar uno o dos equipos que cubra la capacidad de diseño (250 TM/h), para este caso seleccionaremos 02 cocinadores de vapor indirecto de la marca Haarslev tipo SFC 1614 cuya capacidad es de 45-60 T/h.

Tabla 4.11 Características de cocinadores de vapor indirecto

TIPO	CAPACIDAD (t/h)	DIMENSIONES (mm)			PESO (t)
		Longitud (L.)	Altura (Al.)	Anchura (An.)	
SFC 0605	3,5-4,5	6.600	1.000	1.200	4
SFC 0806	7,0-8,5	8.250	1.900	1.900	12
SFC 0808	9,5-12,0	10.210	1.900	1.900	14
SFC 1108	15,0-19,0	10.750	2.300	2.400	20
SFC 1110	20,0-25,0	12.580	2.300	2.400	23
SFC 1112	24,0-30,0	14.800	2.300	2.400	27
SFC 1310	23,0-29,0	13.020	2.450	2.350	32
SFC 1312	28,0-35,0	15.020	2.450	2.350	36
SFC 1314	33,0-41,0	17.020	2.450	2.350	40
SFC 1612	38,0-48,0	15.100	2.900	2.750	40
SFC 1614	45,0-56,0	17.100	2.900	2.750	47
SFC 1616	52,0-65,0	19.100	2.900	2.750	55

** Todas las dimensiones son aproximadas.*

Fuente: Haarslev. Extraído de: <https://es.haarslev.com/products/screw-cooker/> (2023)

Selección de filtros pre-strainer:

Teniendo en cuenta la misma consideración para seleccionar los cocinadores, se seleccionará dos filtros pre-strainer de la marca Kontinuer y modelo KPS-50, cuya capacidad es 50 T/h.

Tabla 4.12 Características de filtro pre-strainer

MODELO	CAPACIDAD (ton/h)	PESO (kg)	POTENCIA (kW)	DIMENSIONES GENERALES (mm)		
				L	A	A
KPS-25	10 - 25	1560	3	3800	1150	1500
KPS-50	50	2300	(2x) 3	3800	2250	1500

Kontinuer se reserva el derecho de alterar cualquier información sin previo aviso

Fuente: Kontinuer. Extraído de: <https://www.kontinuer.com/es/equipos/pre-strainer/> (2023)

Selección de Prensa:

Para cubrir una capacidad requerida de 100 TMP/h seleccionaremos 02 prensas de doble tornillo de la marca Kontinuer, modelo KTS-650R cuya capacidad es de 50 T/h.

Tabla 4.13 Características de prensa

MODELO	CAPACIDADE APROX. (ton/h)	POTÊNCIA (kW)	PESO (ton)	DIMENSÕES (mm)		
				C	L	H
KTS-350	7,0	11 - 15	7	5500	1280	1690
KTS-400	13,0	30 - 45	10,7	4750	1480	2170
KTS-500	25,0	45	17	5800	1400	1700
KTS-550	30,0	55 - 75	24	6800	1600	1800
KTS-650S	40,0	90 - 110	34	7420	1800	2100
KTS-650R	50,0	90 - 132	35	8250	2000	2950

Fuente: Kontinuer. Extraído de: <https://www.kontinuer.com/en/equipment/prensas-de-doble-eje/> (2023)

Selección de Separadoras horizontales:

De acuerdo al balance de masa, se requiere 02 separadoras centrífugas de eje horizontal de 38.44 m³/h de capacidad. Para ello seleccionamos la separadora decantadora de la marca GN cuyo modelo es GNLW452D con capacidad 40 m³/h.

Tabla 4.14 Características de separadora centrífuga de eje horizontal

Model	GNLW452D	GNLW453D-VFD	GNLW454FT-VFD
Bowl Diameter	18inch(450mm)	18inch(450mm)	18inch(450mm)
Bowl Length	43.5inch(1105mm)	61inch(1540mm)	74.5inch(1890mm)
Designed Capacity	250GPM(57M ³ /h)	352GPM(80m ³ /h)	400GPM(90m ³ /h)
Typical Capacity	176GPM(40m ³ /h)	264GPM(60m ³ /h)	300GPM(68m ³ /h)
Max Bowl Speed	1800RPM	3200RPM	3500RPM
Typical Bowl Speed	1800RPM	0~2800RPM	0~3200RPM
Max G Force	815G	2578G	3084G
Typical G Force	815G	0~1973G	0~2578G
Cut Point	5-7µm	2~5µm	2~5µm
Differential Speed	32RPM	0~45RPM	0~45RPM
Gearbox Torch	3500 N·M	7500 N·M	7500 N·M
Gearbox Ratio	57:1	35:1	35:1
Main Motor	45KW(60HP)	55KW(75HP)	55KW(75HP)
Back Drive Motor	N/A	22KW(30HP)	22KW(30HP)
Recommend Pump Motor	11KW(15HP)	15KW(20HP)	15KW(30HP)
Remarks	Above Max capacity is for water, the treating capacity would be various as per different material conditions and customer required treating results.		

Fuente: Ficha técnica GN Solids Control. Extraído de:

<https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/55826/download/808873/1-solids-control-equipment-system.pdf> (2017)

Selección de Separadoras verticales:

Según el balance de masa, se requiere de 02 separadoras centrífugas de eje vertical de 36.4 m³/h y para ello seleccionamos la separadora de eje vertical de la marca Alfa Laval del modelo AFPX 513XGD cuya capacidad de operación es 37m³/h, cuyas características técnicas se muestran en la tabla:

Tabla 4.15 Características de separadora centrífuga de eje vertical

Technical specification	
Hydraulic capacity	37 m ³ /h (60 US gpm)
Bowl speed	5,120 rpm
Motor speed synchronous 50/60 Hz	1,500/1,800 rpm
Centrifugal force inside bowl	max. 7,520 g
Bowl volume	38 l
Sludge space volume	approx. 12 l
Motor power installed	30 kW
Starting time	8–10 min
Stopping time with brake	7–8 min
Outlet pressure, oil	0 kPa
Outlet pressure, heavy phase	max. 600 kPa
Sound pressure	83 dB(A) ¹⁾
Overhead hoist lifting capacity	min. 800 kg (1,764 lbs)

¹⁾ In compliance to EN ISO 4871

Fuente: Ficha técnica Alfa Laval AFPX 513. Extraído de <https://pdf.directindustry.es/pdf-en/alfa-laval/afpx513-medium-capacity-solids-ejecting-centrifuge-animal-fish-processing-industries/16602-133180.html> (2023)

Dimensionamiento de tuberías

Cálculo del diámetro para cada tramo identificado en la figura 4.3

El diámetro hidráulico se calculará mediante la ecuación 2.1:

Donde:

D = Diámetro hidráulico de la tubería (m)

Q = Caudal de operación en la tubería (m³/h)

v= velocidad media recomendada (m/s), ver tabla 4.8

En la tabla 4.11 se muestra el resumen del diámetro hidráulico de las tuberías que transportan los licores de los procesos.

Tabla 4.11 Resumen de los diámetros en cada tramo

item	Tramo	Caudal, m ³ /h	Velocidad, m/s	Diámetro h, m
1	PS-4	8.08	0.2	0.1195
2	P4	30.12	0.2	0.2308
3	PS-5	8.08	0.2	0.1195
4	P5	30.12	0.2	0.2308
5	M1PS	16.16	0.2	0.1690

6	M1B	76.4	0.2	0.3676
7	L1B	76.4	0.2	0.3676
8	TK1	191	0.7	0.3107
9	M2	191	0.7	0.3107
10	B1-S	95.5	0.7	0.2197
11	B1-D	95.5	2.1	0.1268
12	M3	191	1.8	0.1937
13	L2	191	1.8	0.1937
14	M4	191	1.8	0.1937
15	S1, S2, S3, S4 y S5 (in)	38.2	1.8	0.0866
16	S1, S2, S3, S4 y S5 (out)	36.04	0.2	0.2525
17	M5	180.2	0.2	0.5645
18	TK-2	180.2	0.2	0.5645
19	M6	180.2	0.7	0.3017
20	B2-S	90.1	0.7	0.2134
21	B2-D	90.1	2.1	0.1232
22	M7	180.2	1.8	0.1882
23	L3	180.2	1.8	0.1882
24	M8	180.2	1.8	0.1882
25	C1, C2, C3, C4 y C5 (in)	36.04	1.8	0.0842
26	C1, C2, C3, C4 y C5 (out)	2.04	0.2	0.0601
27	M9A	10.2	0.2	0.1343
28	TK-3A	10.2	0.2	0.1343

Cálculo del espesor de tubería

Para determinar el espesor de las tuberías primero identificaremos a la tubería cuya presión es crítica ya que en los demás casos el transporte de caldos se realiza por gravedad. Para esta investigación tomaremos aquel valor de presión crítica para aplicar a todos los tramos y mediante la ecuación dada por ASME B31.3, calcularemos los espesores y finalmente seleccionaremos una tubería cuyas dimensiones son estándares y comerciales, de acuerdo al mercado peruano. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$t_{nom} = \left[\frac{P(d + 2c)}{2(SEW - P(1 - Y))} + c \right]$$

Donde:

P = 196.12 kPa (28.5 psig)

T = 90 °C (194 °F)

Y = 0.4 (para acero inoxidable austenítico, ver anexo 13)

d = según tramo a diseñar

W = 1 (para tubería sin costura, ver anexo 16)

S = 137.9x10³ kPa (20x10³ PSI, ver anexo 14)

c = 0.5 mm (tolerancia a la corrosión)

E = 1 (factor de calidad longitudinal, ver anexo 15)

Tabla 4.18 Resumen de cálculo de diámetros en cada tramo

item	Tramo	d int (m)	t (mm)	D ext (plg)
1	PS-4	0.1195	0.59	6.0
2	P4	0.2308	0.66	10.0
3	PS-5	0.1195	0.59	6.0
4	P5	0.2308	0.66	10.0
5	M1PS	0.1690	0.62	8.0
6	M1B	0.3676	0.76	16.0
7	L1B	0.3676	0.76	16.0
8	TK1	0.3107	0.72	14.0
9	M2	0.3107	0.72	14.0
10	B1-S	0.2197	0.66	10.0
11	B1-D	0.1268	0.59	6.0
12	M3	0.1937	0.64	8.0
13	L2	0.1937	0.64	8.0
14	M4	0.1937	0.64	8.0
15	S1, S2, S3, S4 y S5 (in)	0.0866	0.56	4.0
16	S1, S2, S3, S4 y S5 (out)	0.2525	0.68	10.0
17	M5	0.5645	0.90	24.0
18	TK-2	0.5645	0.90	24.0
19	M6	0.3017	0.72	12.0
20	B2-S	0.2134	0.65	10.0
21	B2-D	0.1232	0.59	6.0
22	M7	0.1882	0.63	8.0
23	L3	0.1882	0.63	8.0
24	M8	0.1882	0.63	8.0
25	C1, C2, C3, C4 y C5 (in)	0.0842	0.56	4.0
26	C1, C2, C3, C4 y C5 (out)	0.0601	0.54	4.0

27	M9A	0.1343	0.60	6.0
28	TK-3A	0.1343	0.60	6.0

Dimensionamiento de tanques colectores

Se empleó el principio de sumergencia para bombas de acuerdo a ANSI/HI 9.8-1998 mediante la expresión:

$$S = D + \frac{Q}{D^{1.5} \cdot 1069}$$

Donde:

S: Sumergencia de la bomba, m

D: Diámetro de descarga de la bomba (según tabla 4.10), m

Q: Caudal de operación del tanque colector, m³/h

Luego del cálculo de S se define la configuración de salida de la tubería del tanque colector, según la tabla:

Tabla 4.16 Tipos de descarga en tanques

Direction of Tank Outlet	Outlet Configuration (Flush or Protruding)	
	a) Flush With Tank Interior	b) Protruding Through Tank Interior
1) Vertically Downwards Bottom Outlet		
2) Horizontal, Side Outlet		
3) Horizontal, Bottom Outlet		
4) Vertically Upwards		

Note: Straight-type fittings shown, other fitting types may be used as shown in Figure 9.8.9.

Fuente: American National Standard for Pump Intake Design (1998)

Se considera para todos los tanques colectores una altura de 0.4m desde el nivel del piso hasta el eje de la tubería de descarga, para luego definir una altura de tanque teniendo en cuenta que el tanque opera con 75% de su capacidad máxima.

Finalmente, el volumen se determina con el caudal de operación y el tiempo de residencia. Para los tanques a dimensionar se considera forma rectangular por su fácil fabricación.

Tabla 4.17 Resumen de dimensionamiento de tanques

Tanque colector	TK-1	TK-2	TK-3A
D out (m)	0.312	0.302	0.134
Q (m ³ /h)	192.2	180.2	10.2
S (m)	1.35	1.32	0.33
h1	0.40	0.40	0.20
h = h1 + S	1.75	1.72	0.53
H = 1.25 (h)	2.18	2.15	0.66
t res (h)	0.05	0.05	0.16
V (m ³)	9.61	9.01	1.63
Base A (m)	2.10	2.30	1.57
Base B (m)	2.10	2.30	1.57
Altura (m)	2.18	1.72	0.66

Selección de bombas

Bomba B1:

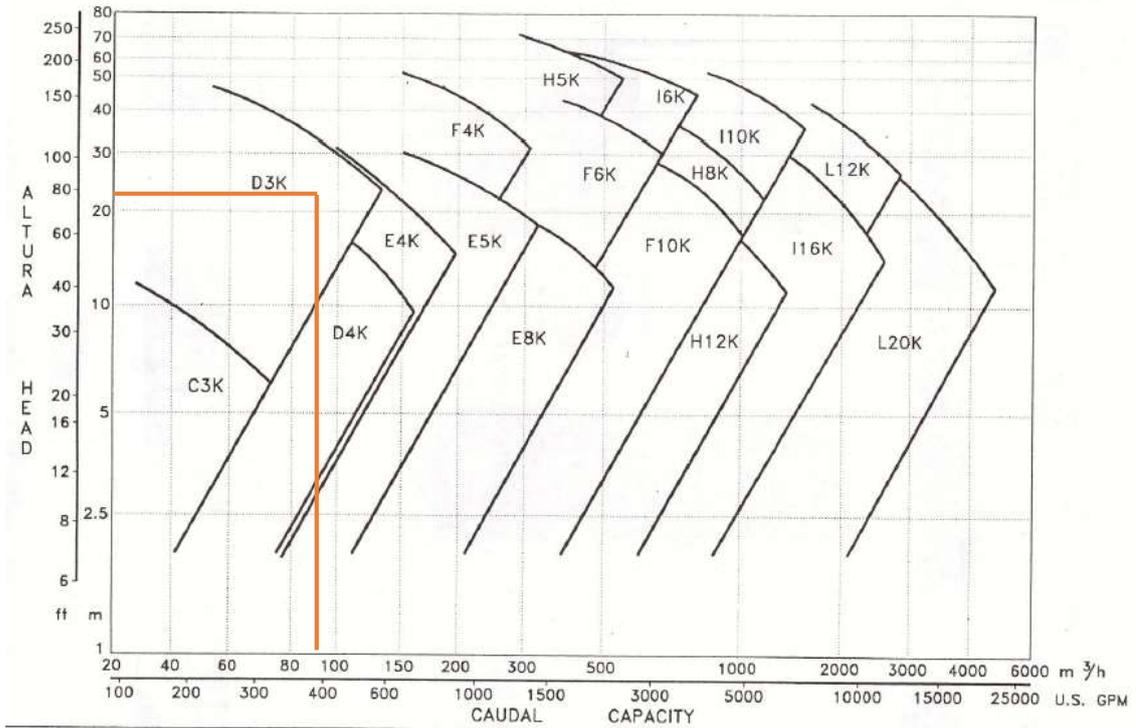
Tabla 4.19 Resumen de selección de bomba B1

Datos del sistema: Unidades del sistema internacional	
Puntos de referencia:	Velocidad en el punto 2 = 1.8 m/s
Punto 1: Superficie de TK-1	Elevación en el punto 1 = 1.35 m
Punto 2: Ingreso hacia boquilla de separadoras horizontales	Elevación en el punto 2 = 2.20 m
Flujo volumétrico Q = 191 m ³ /h	Carga de velocidad en el punto 1 = 0 m
Presión en el punto 1 = 0 kPa	Carga de velocidad en el punto 2 = 0.165 m
Presión en el punto 2 = 196.2 kPa (28.5 PSI)	$H_a = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + (z_2 - z_1) + h_l$
Velocidad en el punto 1 = 0 m/s	$\frac{p_2}{\gamma} = 19.4 \text{ m}$

	$\frac{v_2^2}{2g} = 0.165 \text{ m}$ $z_2 - z_1 = 0.85 \text{ m}$
<u>Propiedades del fluido</u> Licor de prensa y pre strainer: Peso específico: $\gamma = 10\,104.3 \text{ N/m}^3$ Temperatura de operación = 90°C	Densidad (90°C) = 1030 kg/m ³ Viscosidad cinemática (90°C) = $1.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
<u>Tubería 1 Acero inoxidable (Succión)</u> Diámetro hidráulico: $D = 0.3107 \text{ m}$ Rugosidad de la pared: $\epsilon = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ (0.002 mm) Longitud: $L = 2.5 \text{ m}$ Área: $A = 0.076 \text{ m}^2$ $\epsilon/D = 7 \times 10^{-5}$ $L/D = 8.1 \text{ m}$ Velocidad de flujo: $v = 0.6 \text{ m/s}$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.0183 \text{ m}$ Numero de Reynolds: $Re = 1.4 \times 10^5$ Factor de fricción: $f = 0.018$ (anexo 8.12) Pérdida primaria 1 = 0.002 m	<u>Tubería 2 Acero inoxidable (Descarga)</u> Diámetro hidráulico: $D = 0.1937 \text{ m}$ Rugosidad de la pared: $\epsilon = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ (0.002 mm) Longitud: $L = 21.6 \text{ m}$ Área: $A = 0.029 \text{ m}^2$ $\epsilon/D = 1 \times 10^{-5}$ $L/D = 111.5$ Velocidad de flujo: $v = 1.8 \text{ m/s}$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.165 \text{ m}$ Numero de Reynolds: $Re = 2.6 \times 10^5$ Factor de fricción: $f = 0.015$ (anexo 8.12) Pérdida primaria 2 = 0.28 m
<u>Pérdidas secundarias en la tubería 1</u> Según la tabla 2.2 Entrada de borde agudo: $k = 0.5$ x2 Válvula de compuerta: $k = 0.2$ x2 Reducción excéntrica (60°): $k = 0.07$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.0183 \text{ m}$ Pérdidas $hs_1 = 0.02 \text{ m}$	<u>Pérdidas secundarias en la tubería 2</u> Según la tabla 2.2 x2 Expansión concéntrica: $k = 0.3$ x2 Válvula de retención, check: $k = 2$ x2 Válvula mariposa abierta: $k = 0.8$ Codo 90° estándar 1: $k = 0.54$ Codo 90° estándar 2: $k = 0.54$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.165 \text{ m}$ Pérdidas $hs_2 = 1.2 \text{ m}$
<u>ADT:</u> $Ha = 19.4 + 0.165 + 0.85 + 0.002 + 0.28 + 0.02 + 1.2 = 21.9 \text{ m}$ <u>Potencia de la bomba</u> Peso específico: $\gamma = 10\,104.3 \text{ N/m}^3$ $Q = 191/2 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0.053/2 \text{ m}^3/\text{s}$) $Ha = 21.9 \text{ m}$ $P = \gamma \cdot Q \cdot Ha$ $P = 5.8 \text{ kW}$ (7.86 HP) c/u <u>NPSH</u>	Para tener mejor control sobre el caudal se empleará dos bombas en paralelo, las bombas serán centrifugas con rodete helicoidal de la marca Hidrostal, línea K, apropiado para este proceso. De la tabla 4.20 y 4.21 de familia de bombas elegimos el tipo D3K-M. Datos finales de cada bomba: Fluido: Licor de prensa y filtro pre strainer Temperatura: 90°C

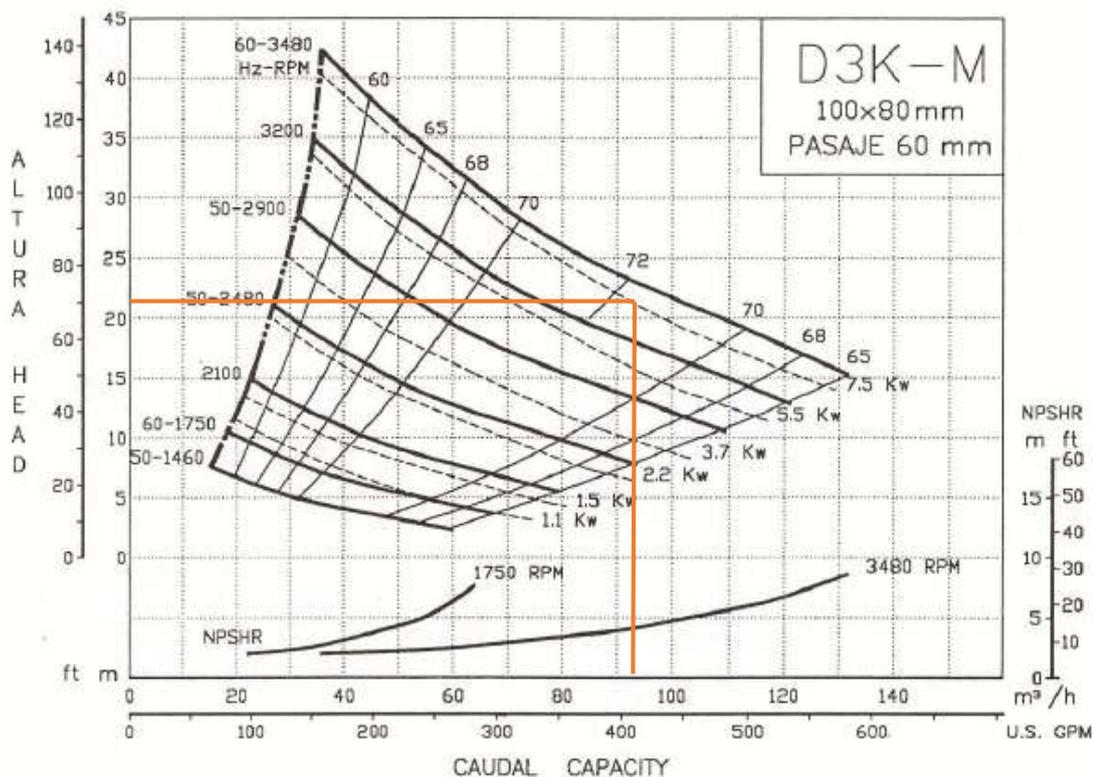
$NPSH_D = \frac{P_1 - P_V}{\gamma} + Z_1 - h_f$ $NPSH_D = \frac{101.6 - 70.11}{10.104} + 1.35 - 0.019$ $NPSH_D = 4.4 \text{ m}$	Caudal: 95.5 m ³ /h ADT: 21.9 m Eficiencia: 71% Material: Acero inoxidable 304 o 316 Velocidad nominal = 3480 RPM NPSHr = 3.5 m
---	---

Tabla 4.20 Familia de bombas tipo K



Fuente: Hidrostral. Bombas de la línea K (1994)

Tabla 4.21 Familia de bombas tipo K



Fuente: Hidrostral. Bombas de la línea K (1994)

Bomba B2

Tabla 4.22 Resumen de selección de bomba B2

Datos del sistema: Unidades del sistema internacional	
Puntos de referencia:	Elevación en el punto 1 = 1.32 m
Punto 1: Superficie de TK-2	Elevación en el punto 2 = 2.15 m
Punto 2: Ingreso a boquilla de separadoras verticales	Carga de velocidad en el punto 1 = 0 m
Flujo volumétrico Q = 180.2 m³/h	Carga de velocidad en el punto 2 = 0.165 m
Presión en el punto 1 = 0 kPa	$H_a = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + (z_2 - z_1) + h_l$
Presión en el punto 2 = 200 kPa (29 PSI)	$\frac{P_2}{\gamma} = 19.8 \text{ m}$
Velocidad en el punto 1 = 0 m/s	$\frac{v_2^2}{2g} = 0.165 \text{ m}$
Velocidad en el punto 2 = 1.8 m/s	$z_2 - z_1 = 0.83 \text{ m}$
<u>Propiedades del fluido</u>	
Licor de Separadoras:	Densidad (90°C) = 1030 kg/m³
Peso específico: $\gamma = 10\,104.3 \text{ N/m}^3$	Viscosidad cinemática (90°C) = $1.3 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Temperatura de operación = 90°C	
<u>Tubería 1 Acero inoxidable (Succión)</u>	
Diámetro hidráulico: D = 0.3017 m	<u>Tubería 2 Acero inoxidable (Descarga)</u>
	Diámetro hidráulico: D = 0.1882 m

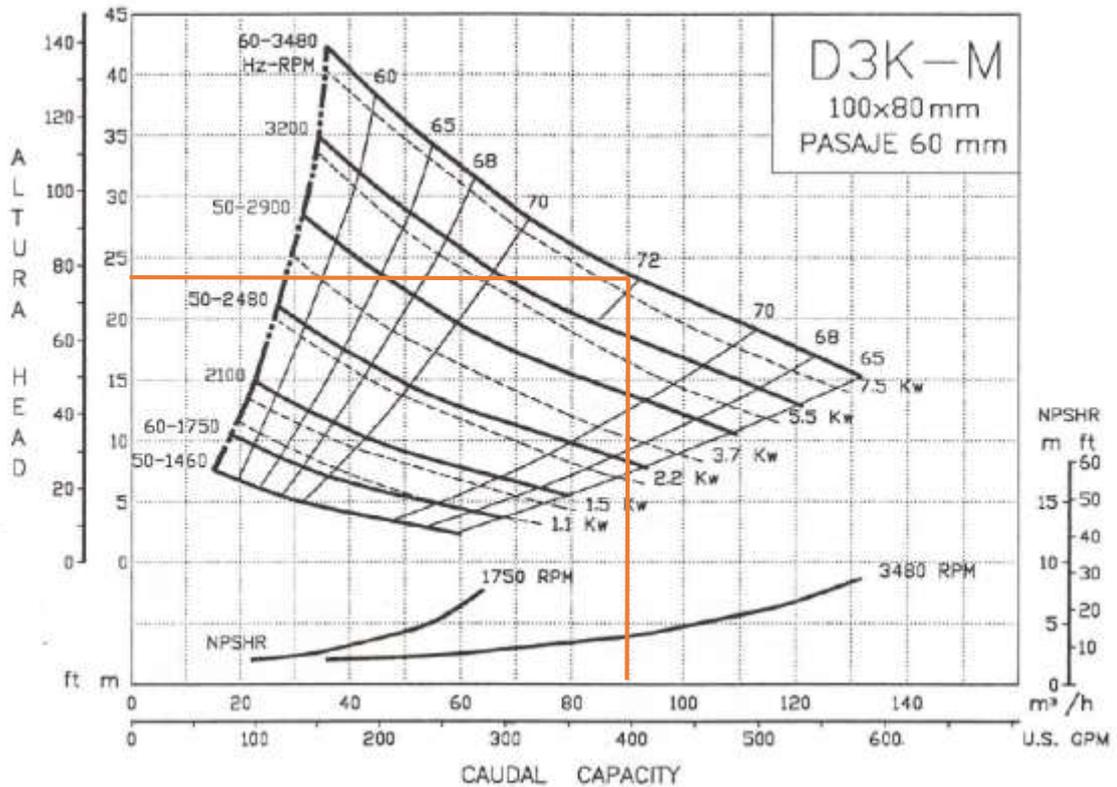
<p>Rugosidad de la pared: $\epsilon = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ (0.002 mm) Longitud: $L = 3 \text{ m}$ Área: $A = 0.0715 \text{ m}^2$ $\epsilon/D = 6.6 \times 10^{-6}$ $L/D = 9.9 \text{ m}$ Velocidad de flujo: $v = 0.7 \text{ m/s}$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.025 \text{ m}$ Numero de Reynolds: $Re = 1.6 \times 10^5$ Factor de fricción: $f = 0.015$ (anexo 8.12) Pérdida primaria 1 = 0.004 m</p>	<p>Rugosidad de la pared: $\epsilon = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ (0.002 mm) Longitud: $L = 30 \text{ m}$ Área: $A = 0.029 \text{ m}^2$ $\epsilon/D = 1 \times 10^{-5}$ $L/D = 159.4$ Velocidad de flujo: $v = 1.8 \text{ m/s}$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.165 \text{ m}$ Numero de Reynolds: $Re = 2.7 \times 10^5$ Factor de fricción: $f = 0.015$ (anexo 8.12) Pérdida primaria 2 = 0.39 m</p>
<p><u>Pérdidas secundarias en la tubería 1</u> Según la tabla 2.2 Entrada de borde agudo: $k = 0.5$ x2 Válvula de compuerta: $k = 0.2$ x2 Reducción excéntrica (60°): $k = 0.07$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.0183 \text{ m}$ Pérdidas $h_{s1} = 0.014 \text{ m}$</p>	<p><u>Pérdidas secundarias en la tubería 2</u> Según la tabla 2.2 x2 Expansión concéntrica: $k = 0.3$ x2 Válvula de retención, check: $k = 2$ x2 Válvula mariposa abierta: $k = 0.8$ Codo estándar 1: $k = 0.54$ Codo estándar 2: $k = 0.54$ Codo estándar 3: $k = 0.54$ Carga de velocidad: $v^2/2g = 0.165 \text{ m}$ Pérdidas $h_{s2} = 1.29 \text{ m}$</p>
<p><u>ADT:</u> $H_a = 19.8 + 0.165 + 0.83 + 0.004 + 0.39 + 0.014 + 1.29 = 22.5 \text{ m}$ <u>Potencia de la bomba</u> Peso específico: $\gamma = 10\,104.3 \text{ N/m}^3$ $Q = 180.2/2 \text{ m}^3/\text{h}$ (0.05/2 m^3/s) $H_a = 22.5 \text{ m}$ $P = \gamma \cdot Q \cdot H_a$ $P = 10.7 \text{ kW}$ (14.3 HP) c/u <u>NPSH</u> $NPSH_D = \frac{P_1 - P_v}{\gamma} + Z_1 - h_f$ $NPSH_D = \frac{101.6 - 70.11}{10.104} + 0.96 - 0.022$ $NPSH_D = 4.1 \text{ m}$</p>	<p>Para tener mejor control sobre el caudal se empleará dos bombas en paralelo, las bombas serán del tipo centrífugo con rodete helicoidal de la marca Hidrostral, línea K, apropiado para este proceso. De la tabla 4.23 y 4.24 de familia de bombas elegimos el tipo D3K-M. Datos finales de cada bomba: Fluido: Licor de separadora eje horizontal Temperatura: 90°C Caudal: 90.1 m^3/h ADT: 22.5 m Eficiencia: 71.5% Material: Acero inoxidable 304 o 316 Velocidad nominal = 3480 RPM $NPSH_r = 3.5 \text{ m}$</p>

Tabla 4.23 Familia de bombas tipo K



Fuente: Hidrostral. Bombas de la línea K (1994)

Tabla 4.24 Familia de bombas tipo K



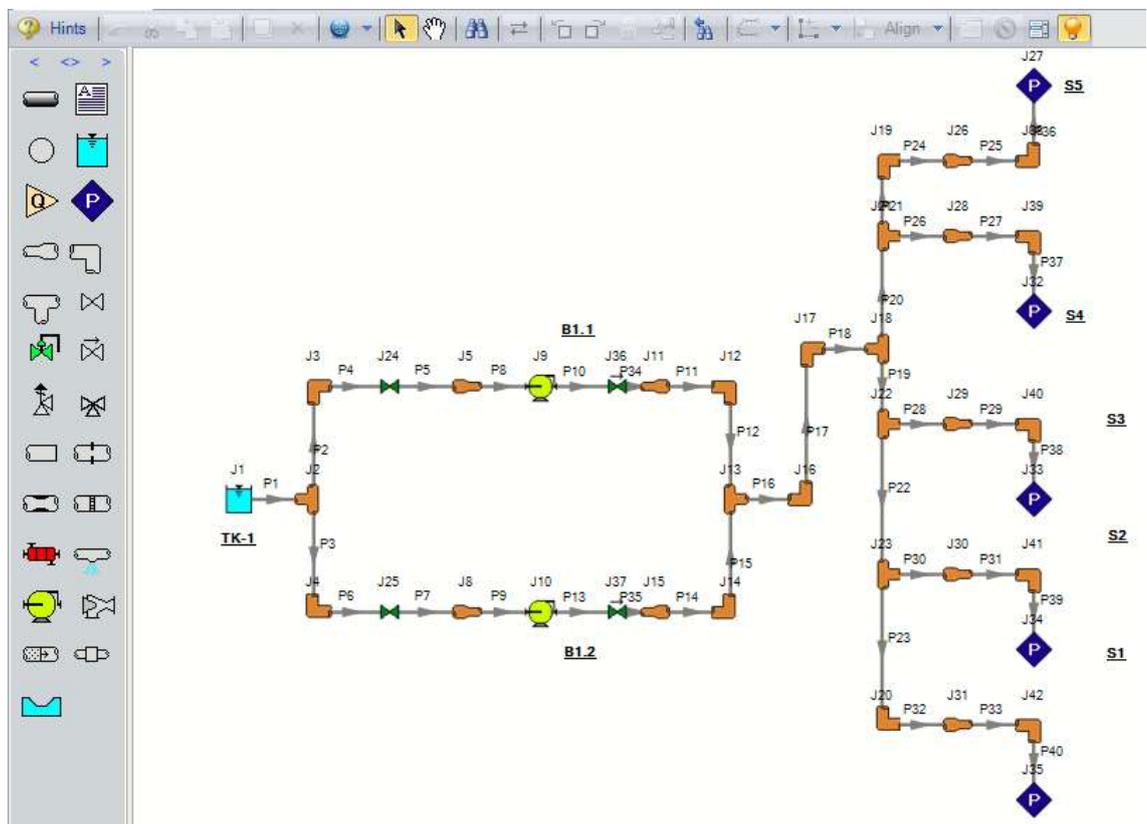
Fuente: Hidrostral. Bombas de la línea K (1994)

Validación del diseño

En la actualidad no hay un software de ingeniería que procese de manera metodológica y sistemática un proceso para la obtención del aceite de anchoveta, por lo que la verificación de los cálculos se realizará en los tramos críticos del sistema empleando el software AFT Fathom 9.0. Para nuestro diseño identificaremos los tramos donde el fluido experimenta presión de impulsión, que comprenden al tanque colector de licor de prensa - filtro pre strainer, bombas centrífugo helicoidales y niples de ingreso a las separadoras horizontales. De la misma manera se ubica al tramo comprendido del tanque colector de licor de separadoras, bombas centrífugo helicoidales y los niples de ingreso a las separadoras centrífugas de eje vertical. En los demás casos el flujo experimenta transporte por gravedad. Por ello se infiere que de validar los tramos presurizados se valida la red hidráulica del proceso.

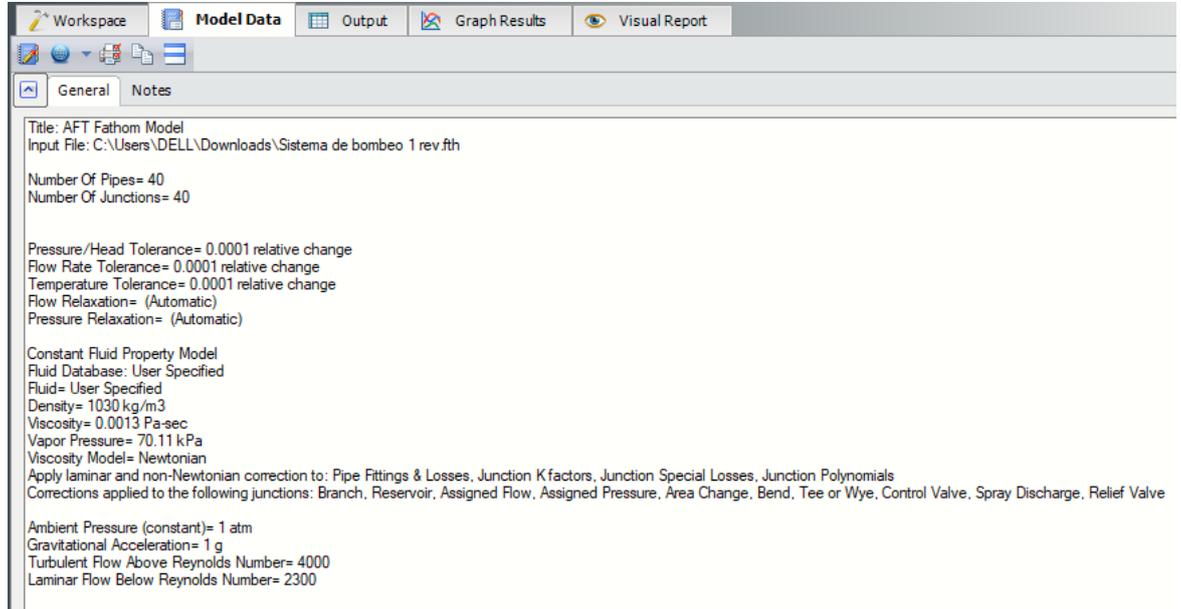
Tramo crítico 1: En la figura 4.11 se esquematiza el tanque colector TK-1, bombas B1.1 y B1.2 y niples de ingreso a separadoras horizontales S1, S2, S3, S4 y S5.

Figura 4.11 Simulación de tramo crítico 1



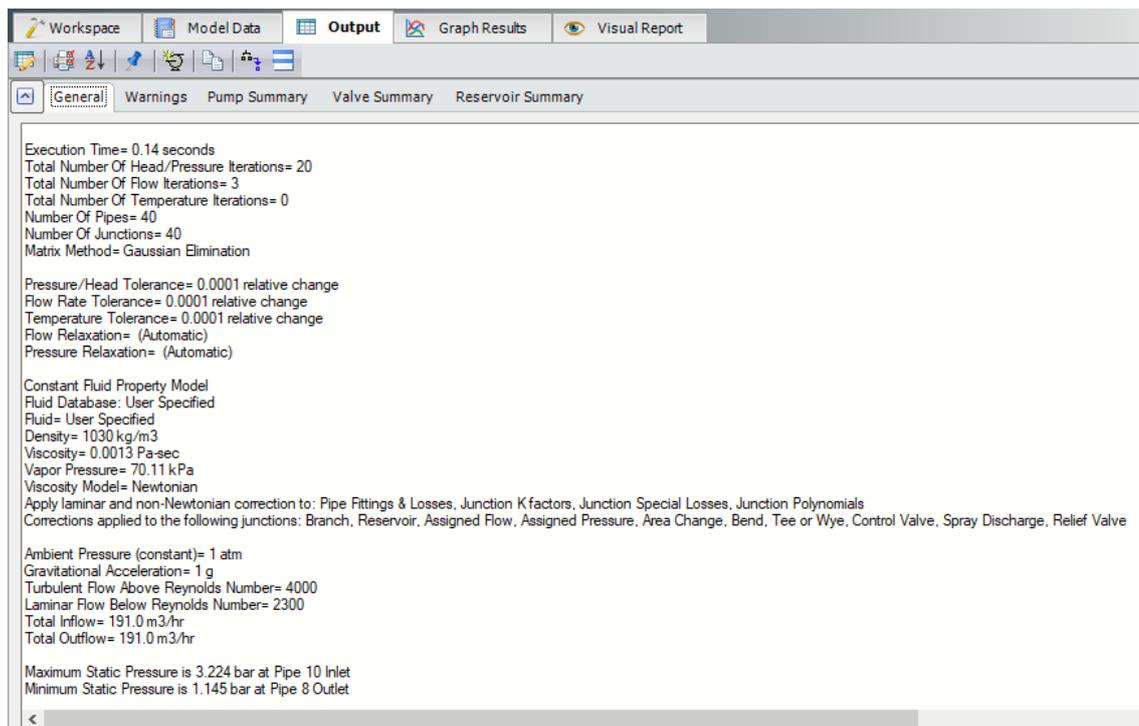
La figura 4.12 muestra los datos de entrada en el software, tales como características del fluido y condiciones iniciales de diseño.

Figura 4.12 Datos de entrada para la simulación del tramo crítico 1



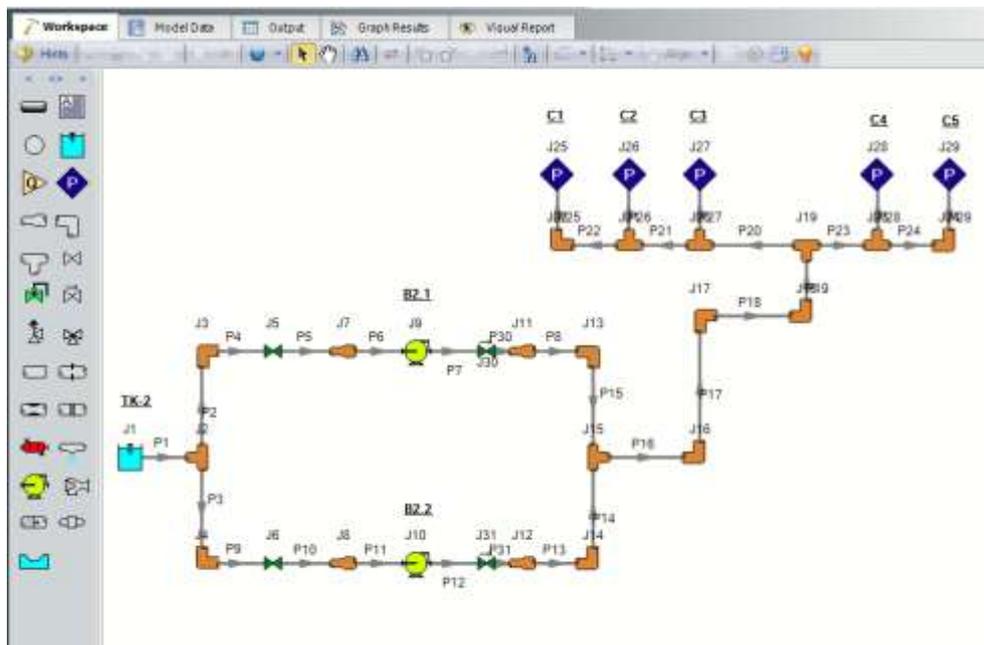
En la figura 4.13 se muestra los datos de salida luego de simular el arreglo y las condiciones de ingreso.

Figura 4.13 Datos de salida de la simulación del tramo crítico 1



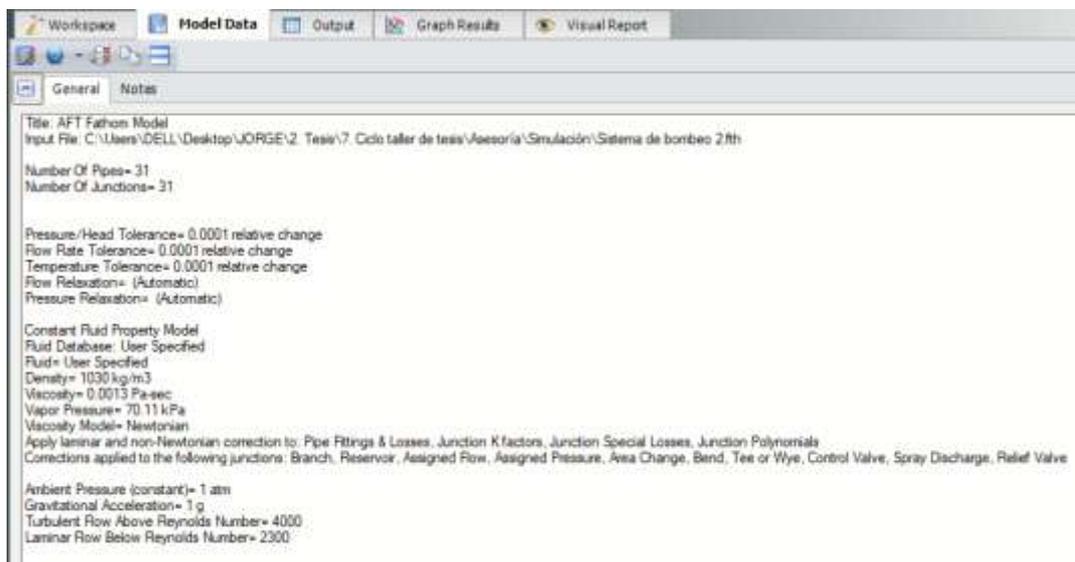
Tramo crítico 2: En la figura 4.14 se esquematiza el tanque colector TK-2, bombas B2.1 y B2.2 y niples de ingreso a separadoras verticales C1, C2, C3, C4 y C5.

Figura 4.14 Simulación de tramo crítico 2



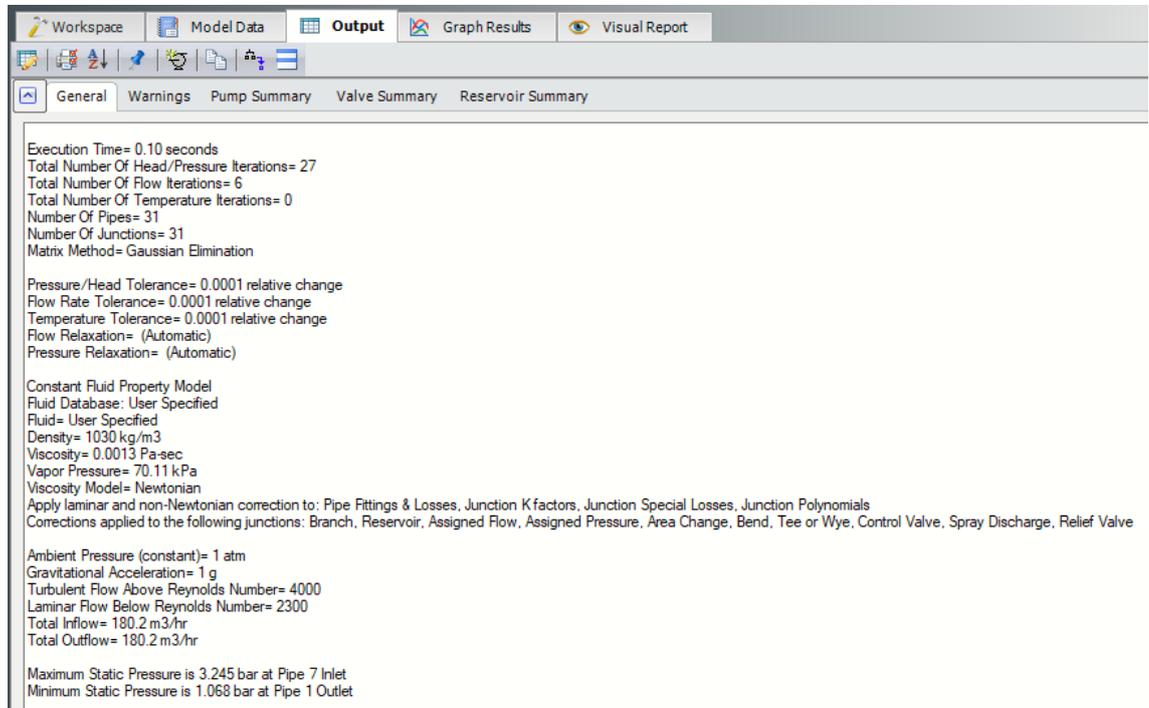
La figura 4.15 muestra los datos de entrada en el software, tales como características del fluido y condiciones iniciales de diseño.

Figura 4.15 Parámetros iniciales de simulación tramo crítico 2



En la figura 4.16 se muestra los datos de salida luego de simular el arreglo y las condiciones de ingreso.

Figura 4.16 Datos de salida de la simulación del tramo crítico 2

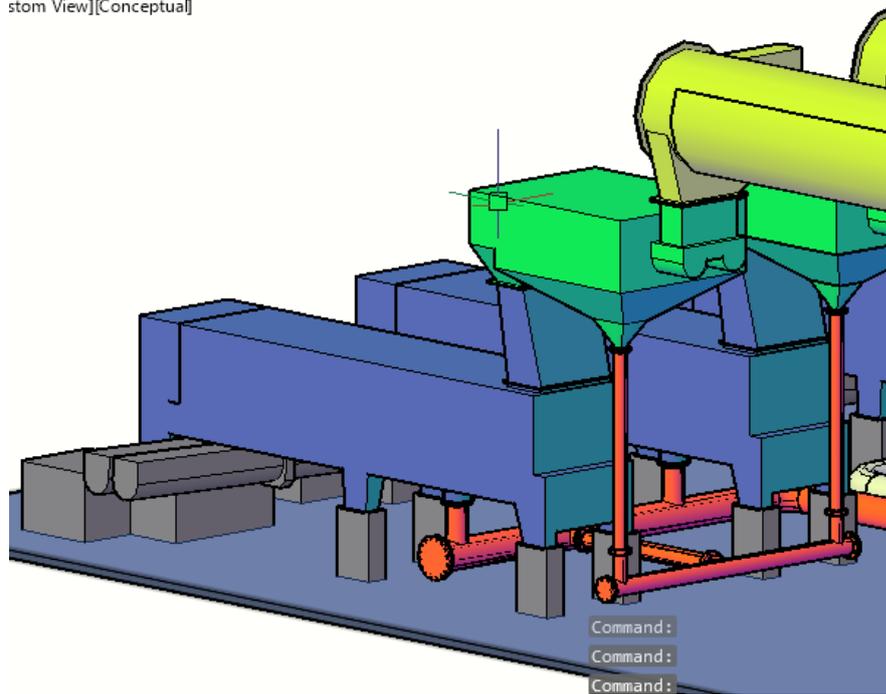


Isométricos del sistema

La figura 4.17 muestra el esquema 3D de los equipos: Cocinadores indirectos 4 y 5, filtro pre strainer 4 y 5, prensas de doble eje 4 y 5, así como el manifold colector de licor de filtro pre strainer 4 y 5 (M1PS) y el manifold colector de licores de prensa 4, 5 y M1PS (M1B).

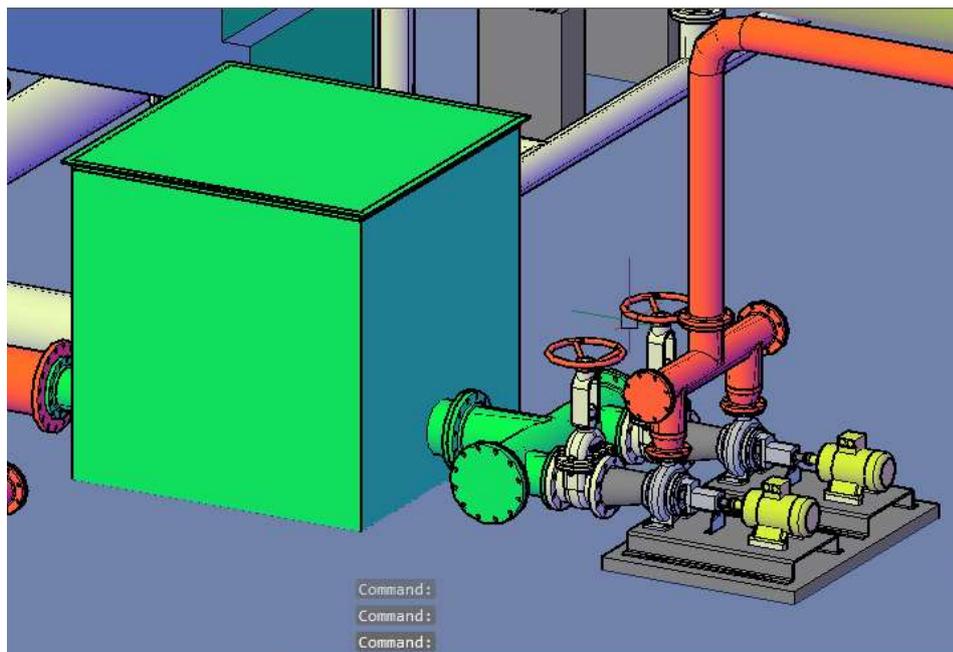
Figura 4.17 Trenes de cocción, pre strainer y prensa

stom View][Conceptua]



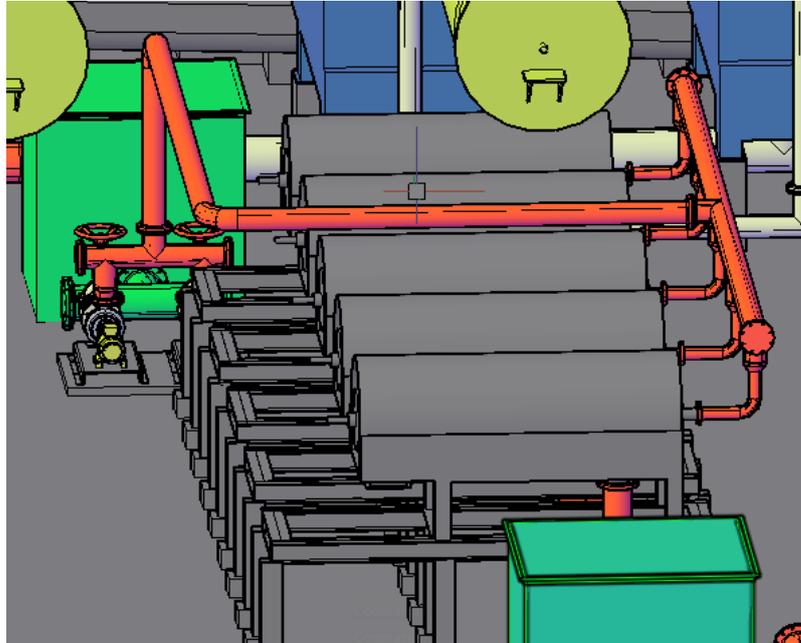
En la figura 4.18 se muestra al tanque colector de licores de prensa y pre strainer TK-1, así como el manifold M2, las bombas B1-1 y B1-2, y el manifold M3

Figura 4.18 Tanque colector de prensa y pre strainer



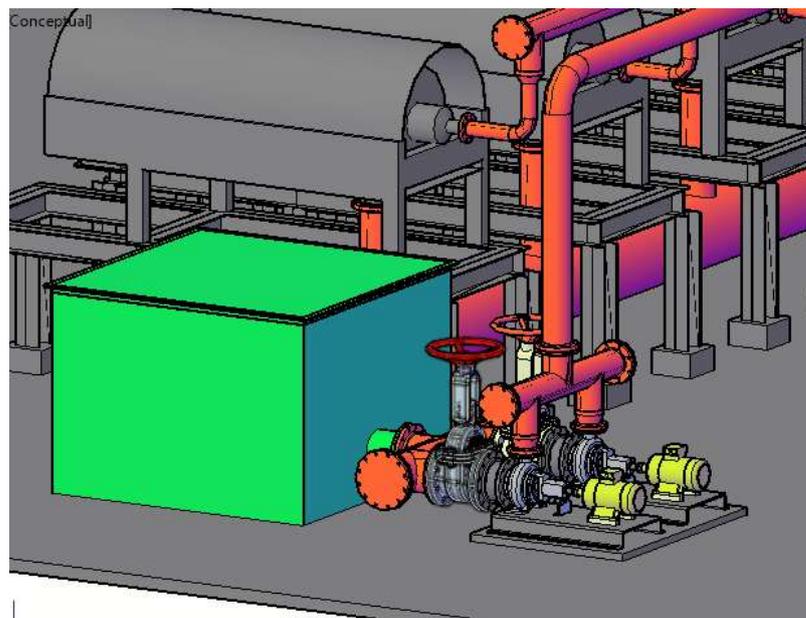
En la figura 4.19 muestra a la línea de alimentación a separadoras horizontales (L2), el manifold distribuidor de licores (M4) y las separadoras S4 y S5.

Figura 4.19 Línea de alimentación de separadoras horizontales



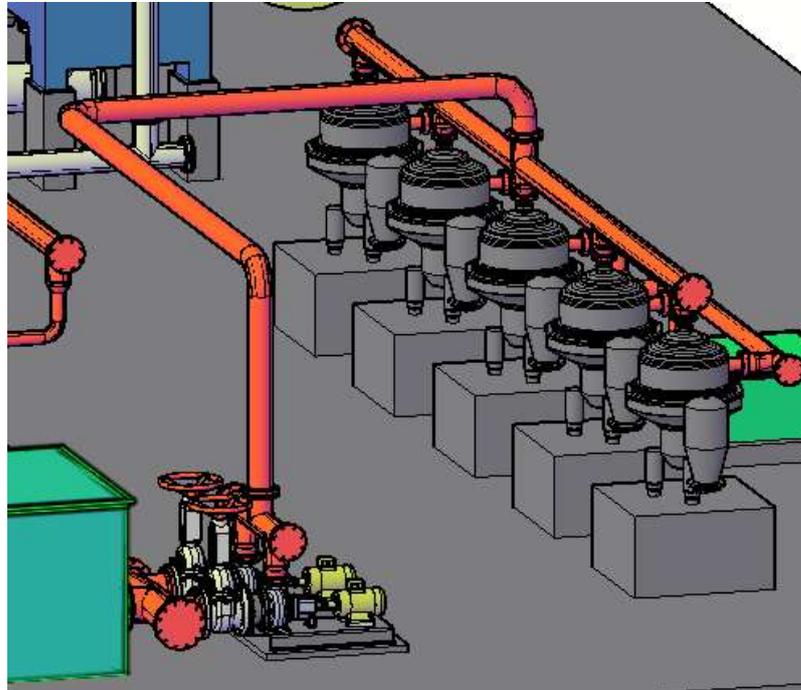
En la figura 4.20 muestra al manifold colector de licores (M5) tanque colector TK-2, manifold colector de tanque (M6), las bombas B2-1 y B2-2 y el manifold colector (M7)

Figura 4.20 Tanque colector de separadoras horizontales



En la figura 4.21 se muestra a la línea de conducción L3, manifold colector M8 y las separadoras centrífugas verticales C4 y C5.

Figura 4.21 Línea de alimentación a separadoras verticales



En la figura 4.22 se muestra el manifold colector M9 y el tanque colector de aceite crudo TK-3.

Figura 4.22 Tanque colector de aceite crudo



4.7 Aspectos éticos en Investigación

De acuerdo con Ojeda (2007), la ética tiene un papel importante en todos los ámbitos, tanto públicos como privados y, especialmente en los relacionados con la investigación científica. Su rol es fundamental en toda actividad humana; sin su consideración y praxis, el mundo estaría sometido a un descontrol, en cuanto a los valores y, por consiguiente, a la concepción moral de quienes actúan frente a un determinado proceso. Se produciría un vacío ético, conducente a la impunidad. Por ello, el ejercicio de la ética, como practica continua, en todos los escenarios de la vida pública o privada, debe evidenciar el significado más profundo de todas sus interpretaciones, acerca del deber ser, la responsabilidad, los valores y principios.

En la presente investigación, consciente de la importancia de la ética en la investigación científica, se respeta la propiedad intelectual de los diversos autores los cuales se usó para sustentar y argumentar los resultados, así como la información detallada en el marco teórico para lo cual se procedió a citar cada autor. Así también nos comprometemos a dar fe de los datos analizados, confirmando ser reales y se tiene el compromiso de salvaguardar la identidad y producción de la empresa, pues el presente diseño no perjudica sus utilidades.

4.8 Estudio económico-financiero

Presupuesto para la implementación

Para implementar la propuesta se requiere una inversión que se detalla en la tabla 4.28.

Tabla 4.25 Presupuesto de equipos

Ítem	Equipos de planta	Cant.	Und.	P.U.	Sub total
1	Cocinador de vapor indirecto 50T/h	2	Und	\$ 2 50,000.00	\$ 500,000.00
2	Filtro pre-strainer 50 T/h	2	Und	\$ 50,000.00	\$ 100,000.00
3	Prensa de doble tornillo 50 T/h	2	Und	\$ 270,000.00	\$ 540,000.00
4	Separadora centrífuga de eje horizontal 40 m3/h	2	Und	\$ 150,000.00	\$ 300,000.00
5	Separadora centrífuga de eje vertical 50 m3/h	2	Und	\$ 50,000.00	\$ 100,000.00
6	Bomba centrífuga – helicoidal 8.5 HP	2	Und	\$ 75,000.00	\$ 150,000.00

7	Bomba centrífuga – helicoidal 5 HP	2	Und	\$ 70,000.00	\$ 140,000.00
					\$ 1,830,000.00

Tabla 4.26 Presupuesto de tuberías

Ítem	Piping	Cant.	Und.	P.U.	Sub total
1	Tubo Ø4" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	4.05	m	\$ 50.04	\$ 202.66
2	Tubo Ø6" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	20.52	m	\$ 92.20	\$ 1,891.94
3	Tubo Ø8" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	60.45	m	\$ 117.75	\$ 7,117.99
4	Tubo Ø10" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	7	m	\$ 183.30	\$ 1,283.10
5	Tubo Ø12" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	3.2	m	\$ 213.50	\$ 683.20
6	Tubo Ø14" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	4	m	\$ 305.50	\$ 1,222.00
7	Tubo Ø16" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	9.6	m	\$ 450.50	\$ 4,324.80
8	Tubo Ø24" SCH 10S ASTM 312 Gr. 316L	10.5	m	\$ 1,100.88	\$ 11,559.24
					\$ 28,284.93

Tabla 4.27 Presupuesto de accesorios

Ítem	Fittings	Cant.	Und.	P.U.	Sub total
1	Brida SO 4" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	10	und	\$ 32.66	\$ 326.60
2	Brida SO 6" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	15	und	\$ 61.77	\$ 926.55
3	Brida SO 8" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	22	und	\$ 110.50	\$ 2,431.00
4	Brida SO 10" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	4	und	\$ 180.80	\$ 723.20
5	Brida SO 12" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	8	und	\$ 250.60	\$ 2,004.80
6	Brida SO 14" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	4	und	\$ 310.80	\$ 1,243.20
7	Brida SO 16" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	2	und	\$ 450.56	\$ 901.12
8	Brida SO 24" FF Cl. 150 lb Ac. inoxidable 316L	3	und	\$ 755.50	\$ 2,266.50
9	Codo 6"x90° SCH 10S LR Ac. inoxidable 316L	2	und	\$ 125.10	\$ 250.20
10	Codo 8"x90° SCH 10S LR Ac. inoxidable 316L	5	und	\$ 225.56	\$ 1,127.80
11	Codo 16"x90° SCH 10S LR Ac. inoxidable 316L	1	und	\$ 488.33	\$ 488.33
12	Reducción concéntrica 8x4 SCH 10S Ac. inoxidable 316L	4	und	\$ 100.50	\$ 402.00
13	Reducción concéntrica 8x6 SCH 10S Ac. inoxidable 316L	10	und	\$ 101.66	\$ 1,016.60
14	Reducción concéntrica 6x4 SCH 10S Ac. inoxidable 316L	5	und	\$ 47.21	\$ 236.05
15	Reducción excéntrica 10x6 SCH 10S Ac. inoxidable 316L	4	und	\$ 250.50	\$ 1,002.00
16	Válvula de compuerta 10" bridada x 150 lb Ac. inoxidable 316L	2	und	\$ 1,425.46	\$ 2,850.92

17	Válvula de compuerta 12" bridada x 150 lb Ac. inoxidable 316L	2	und	\$ 2,500.60	\$ 5,001.20
18	Plancha de Ac. inoxidable C-304L 6mmx1220mmx2440mm	21	und	\$ 436.64	\$ 9,169.44
					\$ 32,367.51

Tabla 4.28 Resumen de presupuesto para la implementación

Ítem	Descripción	sub total
1	Equipos de planta	\$ 1,830,000.00
2	Piping	\$ 28,284.93
3	Fittings	\$ 32,367.51
4	Consumibles 10%	\$ 6,065.24
5	Montaje	\$ 200,000.00
		\$ 2,096,717.69

Evaluación económica

Se proyecta una producción anual de dos temporadas de 3 meses de duración cada uno a doble turno (día / noche)

Volumen de producción mensual propuesto: $9(\text{T/h}) \times 24(\text{h}) \times 30 \text{ días} = 6480$

Ton de aceite crudo de pescado/mes.

Valor del aceite de pescado en el mercado = 2684.1 \$/Ton. Ver anexo

Se proyecta recibir ingresos de manera anual:

$6480 \text{ Ton/mes} \times 6 \text{ meses} \times 2684.1 \text{ \$/Ton} = 104\,357\,808 \text{ \$/año}$

Por lo que el costo de inversión representa el 2% de la producción anual.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

En la tabla 4.29 se muestra un resumen de los parámetros de diseño empleados en el diseño.

Tabla 4.29 Resumen de parámetros de diseño

Parámetros	Descripción
Espacio requerido	Tren 4 y 5 cocción – Filtro – Prensa = 2x75 m ² Tanque colector TK-1 = 32 m ² Tren de separadoras h. 4 y 5 = 22 m ² Tanque colector TK-2 = 18 m ² Tren de centrifugas 4 y 5 = 13 m ² Tanque colector TK-3 = 2 m ² Total = 237 m ²
Características del fluido	Licor de pre strainer – prensa – separadora h. Temperatura = 95°C Densidad = 1030 kg/m ³ Viscosidad dinámica = 0.0013 Pa.s Gravedad específica = 10.104 KN/m ³ Aceite crudo Temperatura = 90°C Densidad = 883.8 kg/m ³ Viscosidad dinámica = 0.010 Pa.s Gravedad específica = 6.87 KN/m ³
Materiales	Tuberías ASTM 312 Clase 316L Tanques colectores AISI 316L
Velocidad media	Flujo por gravedad = 0.2 m/s Entrada a bomba = 0.7 m/s Salida de bomba = 2.1 m/s Línea de transporte = 1.8 m/s

En la tabla 4.30 mostramos los equipos de planta procesadora de aceite de pescado y sus características principales.

Tabla 4.30 Resumen de equipos de planta procesadora de aceite

Equipo	Características
02 Cocinadores de vapor indirecto	marca Haarslev modelo SFC 1614 Capacidad 45-60 TM/h Temperatura de operacion 95°C Longitud 17.1 m altura 2.9 m Ancho 2.75 m Peso 47 Ton Marca Kontinuer Modelo KPS-50 Capacidad 50 TM/h
02 Filtros pre strainer	Temperatura de operación 95°C Potencia (2x)3 kW Longitud 3.8m ancho 2.25 m altura 1.5 m Marca Kontinuer Modelo KTS-650R Capacidad 50 TM/h
02 Prensas de doble eje	Temperatura de operacion = 95°C Potencia 90-132 kW Largo 8.250 m ancho 2.0 m altura 2.95 m peso 35 ton Marca GN Modelo GNLW452D Capacidad 40 m3/h
02 Separadoras de eje horizontal	Temperatura de operación 90°C Diametro de rotor 450 mm Velocidad de rotor 1800 rpm Potencia de motor 11 kW Marca Alfa Laval Modelo ASPX 513XGD
02 Separadoras de eje vertical	Capacidad 37m3/h Temperatura de operación 90°C

Presión de ingreso 200 kPa
 Presión de descarga 0 kPa
 Potencia de motor 30 kW

En la tabla 4.31 se muestra como resultados a la identificación de los tramos específicos para la ampliación de la planta, así como una breve descripción, el caudal específico que lo gobierna, el diámetro estándar y la longitud / capacidad.

Tabla 4.31 Dimensionamiento de la red hidráulica

Tramos a diseñar	Descripción	Caudal (m ³ /h)	Diámetro (plg)	Longitud / Capacidad (m) / (m ³)
PS-4	Descarga licor de Pre strainer 4	8.32	6	2.7
P4	Descarga licor de Prensa 4	30.12	10	0.7
PS-5	Descarga licor de Pre strainer 5	8.32	6	2.7
P5	Descarga licor de Prensa 5	30.12	10	0.7
M1PS	Manifol colector de caldos de pre strainer 4 y 5			
M1B	Manifold colector de caldos de pescado de los trenes 4 y 5	76.88	16	6
L1B	Línea que transporta los caldos desde el manifold M1B hasta el tanque colector TK1	76.88	16	2
TK-1	Tanque colector de caldos de prensa	192.2	14	9.61
M2	Manifold que distribuye el flujo de los caldos del tanque TK1 a las bombas B1	192.2	14	1.5
B1-S	Tuberías que conectan el manifold M2 con las bombas B1	96.1	10	0.5
B1-D	Tuberías que conectan las bombas B1 con el manifold M3	96.1	6	0.5
M3	Manifold que recibe los caldos de las bombas B1 y descarga hasta el manifold M4	192.2	8	1.5
L2	Tubería que transporta los caldos desde el manifold M3 hasta el manifold M4	192.2	8	13.2
M4	Manifold que recolecta los caldos de la línea L2 y distribuye el flujo en las separadoras S1, S2, S3, S4 y S5	192.2	8	10.5

S4 y S5 (Ingreso)	Tubería de ingreso a separadoras S4 y S5	38.44	4	0.8
S4 y S5 (Salida)	Tubería de salida de licor de separadoras S4 y S5	36.04	10	1.1
M5	Manifold que recolecta los caldos de las separadoras y los descarga en el tanque colector TK-2	180.2	24	10.5
TK-2	Tanque colector de caldos provenientes de las separadoras centrífugas	180.2	24	9.01
M6	Manifold que recolecta los caldos del tanque TK-2 y los distribuye a las bombas B2	180.2	12	1.5
B2-S	Tuberías que conectan el manifold M6 con las bombas B2	90.1	10	0.5
B2-D	Tuberías que conectan las bombas B2 con el manifold M7	90.1	6	0.5
M7	Manifold que recolecta los caldos de las separadoras y lo dirige hasta el manifold M8	180.2	8	1.5
L3	Tubería que transporta el caldo de las separadoras desde el manifold M7 hasta el manifold M8	180.2	8	12
M8	Manifold que distribuye los licores de las separadoras hacia las máquinas centrífugas	180.2	8	11.5
C4 y C5 (Ingreso)	Tuberías de ingreso a máquinas centrífugas	36.04	4	0.5
C4 y C5 (Salida)	Tuberías de salida de aceite crudo de las máquinas centrífugas	2.04	4	0.5
M9A	Manifold que recolecta el aceite de pescado de las maquinas centrífugas y lo traslada hasta el tanque colector TK-3	10.2	6	11.6
TK-3A	Taque que almacena el aceite de pescado del manifold M9	10.2	6	1.63

En la tabla 4.32 se muestra los valores de capacidad y dimensiones generales de los tanques colectores de licores de prensa – pre strainer, separadoras y aceite crudo de pescado.

Tabla 4.32 Dimensionamiento tanques colectores

Tanque colector	TK-1	TK-2	TK-3A
V (m ³)	9.61	9.01	1.63
Base A (m)	2.10	2.30	1.57
Base B (m)	2.10	2.30	1.57
Altura (m)	2.18	1.72	0.66

En la tabla 4.33 se muestra las características de las bombas centrífugas de rodete helicoidal que impulsarán los licores de prensa – pre strainer y separadoras horizontales.

Tabla 4.33 Selección de bombas

Bombas 1.1 y 1.2	Bombas 2.1 y 2.2
02 bombas del tipo centrífugo con rodete helicoidal de la marca Hidrostal, línea K tipo D3K-M.	02 bombas del tipo centrífugo con rodete helicoidal de la marca Hidrostal, línea K tipo D3K-M.
Fluido: Licor de prensa y filtro pre strainer	Fluido: Licor de separadora eje horizontal
Temperatura: 90°C	Temperatura: 90°C
Caudal: 96.1 m ³ /h	Caudal: 90.1 m ³ /h
ADT: 22.65 m	ADT: 22.5 m
Eficiencia: 71%	Eficiencia: 67%
Material: Acero inoxidable 304 o 316	Material: Acero inoxidable 304 o 316
Velocidad nominal = 3480 RPM	Velocidad nominal = 3480 RPM
NPSHr = 3.5 m	NPSHr = 3.5 m

En las figuras 4.23, 4.24, 4.25 y 4.26 se muestra los resultados de la simulación para las bombas centrífugas de rodete helicoidal, tales como presión de ingreso, presión de salida, NPSH disponible, flujo volumétrico, flujo másico, altura neta y potencia de las bombas mencionadas.

Figura 4.23 Resultados de la simulación Bomba 1.1

Pump J9 Results

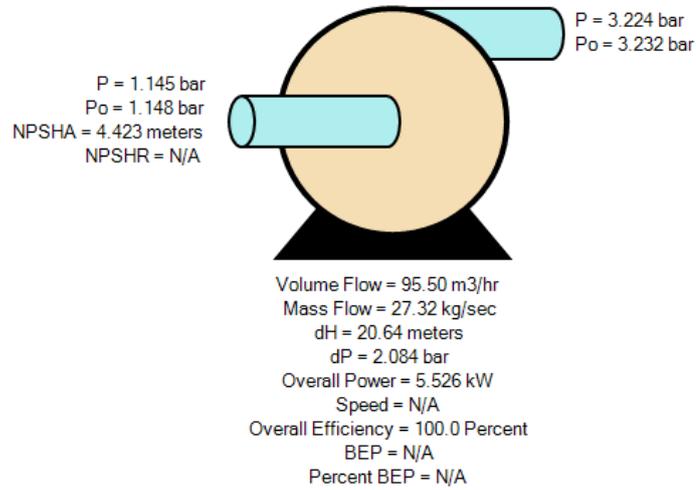


Figura 4.24 Resultados de la simulación Bomba 1.2

Pump J10 Results

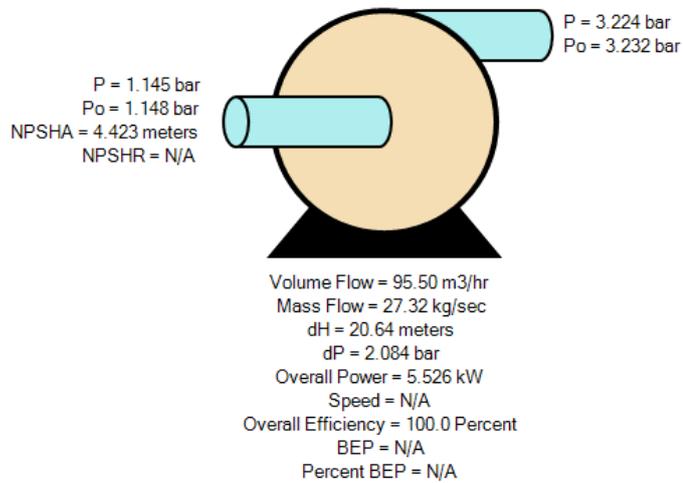


Figura 4.25 Resultados de la simulación Bomba 2.1

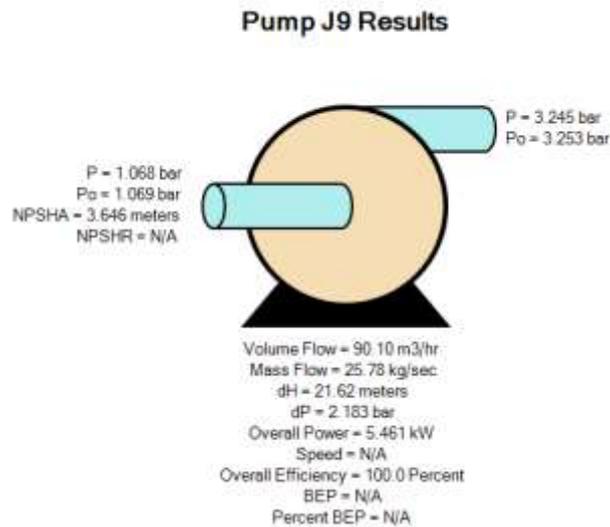
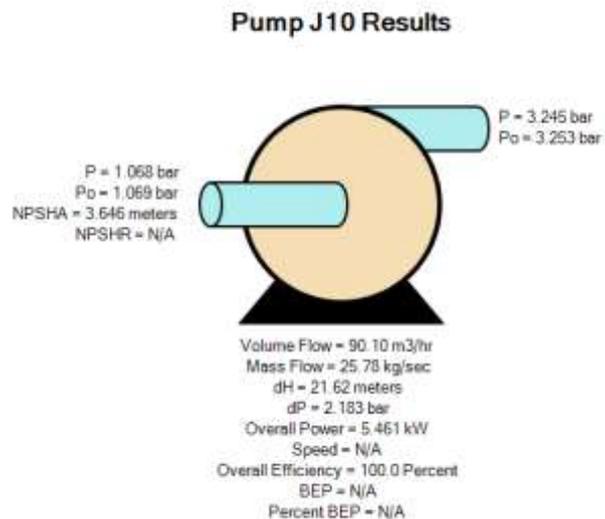


Figura 4.26 Resultados de la simulación Bomba 2.2



Los planos de los tramos del sistema de transporte de caldos se muestran en los anexos 8.19 al 8.32.

La metodología y los criterios empleados en el diseño se puede aplicar a incrementos en la capacidad de cualquier planta procesadora de harina y aceite de pescado. De implementarse el diseño, la empresa recuperaría su inversión en 1 año de producción, y a partir de ella generaría ingresos de manera directa. Sin embargo, cabe señalar que el incremento de capacidad

de planta está en función de lo que el gobierno estima como cuota individual de pesca para nuestro país, esto con el fin de mantener nuestros recursos marítimos.

5.2 Resultados inferenciales

No aplica este tipo de resultados para la presente tesis

5.3 Otro tipo de resultados estadísticos

No aplica este tipo de resultados para la presente tesis

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados

Al identificar los parámetros de diseño se realiza una descripción de la planta y definimos los tramos que comunican los equipos tales como la tubería que transporta el caldo desde el filtro pre – strainer hasta el tanque colector de licor de prensa, las que en total son 28 tramos y determinamos los parámetros operacionales como son las características de fluido en relación a viscosidad, temperatura y densidad así también las velocidades de transporte de caldos de anchoveta según el tipo de fluido que se transporta; por gravedad 0,2 m/s, por ingreso a la bomba 0.7 m/s, salida de la bomba de 2,1 m/s y la línea de conducción de 1.8 m/s que constituyen una sólida contribución al diseño de la planta de 250 TMP.

Al realizar el balance de materia en los sistemas obtenemos la demanda que gobierna cada tramo definido previamente tales como el licor de pre-strainer cuyo flujo es 40.4 m³/h, licor de prensa con flujo 150.6 m³/h, licor de decantación con flujo 180.2 m³/h y el aceite crudo de pescado cuyo flujo es 10.2 m³/h.

Al realizar la pre selección de los equipos se considera la cantidad de materia prima a procesar, de acuerdo a su demanda específica. Tales como el cocinador de vapor indirecto cuya capacidad instalada es de 50 ton/h, filtro pre-strainer cuya capacidad instalada es de 50 ton/h, Prensa de doble tornillo de 50 ton/h, separadora de eje horizontal con capacidad instalada de 40 m³/h y separadora centrífuga de eje vertical de 50 m³/h. Los equipos seleccionados garantizan el procesamiento de la materia prima para la planta de 250 ton/h.

Al dimensionar los 03 tanques colectores cuyos volúmenes son 9.61 m³ para el licor de prensa, 9.01 m³ para licor de separadoras horizontales y 1.63 para aceite crudo de pescado se cubre la demanda proyectada y evita pérdidas de materia prima por rebose ya que la dimensión es la adecuada según el tiempo de residencia que en general se considera de 2 a 3 minutos. Del

mismo modo las bombas centrífugas de rodete helicoidal seleccionadas, que operan con 96.1 m³/h y 22.65 m de ADT para el sistema 1 y para el sistema 2 con 90.1 m³/h y 22.9 m de ADT. Se garantiza que la demanda determinada preliminarmente se transporte sin presentar pérdidas por sub dimensionamiento. Logrando así un rendimiento de producción de 3.6%.

Mediante la simulación de los dos tramos críticos del sistema validamos la pérdida de carga como son 20.9 m y 22.45 m con el cual se realizó la selección de las bombas centrífugas de rodete helicoidal. Con ello se garantiza el transporte de caldos de pescado hasta lograr la separación del aceite crudo, logrando así obtener un rendimiento de producción de aceite de 3.6%.

6.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares

En el trabajo de Akhmedova et al (2022) presenta una alternativa de transporte de fluidos viscosos como lo es el aceite de pescado, sin embargo, es necesario precisar que nosotros describimos tres procesos que trabajan según diferentes formas de transporte, por gravedad succión y descarga análisis similar al hecho por Ramírez et al (2021), sin embargo Akhmedova et al presentan una desventaja económica que es un factor importante para poder pre seleccionar una bomba adecuada para nuestro proceso en nuestro trabajo se demuestra que si es viable y genera utilidad apreciable logrando recuperar la inversión en un año.

Los autores mencionan como variable importante la velocidad mínima de transporte para la bomba de lóbulos Pomac PLP 1-1.5 producto de sus pruebas y será importante comparar con los valores que nosotros emplearemos en la presente investigación.

En la investigación de Gudrun et al (2022) determinan que reduciendo la temperatura de cocción de 90°C a 85°C reduce el consumo energético en 30 kWh, con ello logra reducir el impacto que representa para el medio ambiente, en nuestro caso elegimos reducir el impacto siguiendo el camino

del rendimiento de producción del aceite, en nuestra investigación diseñamos recipientes colectores, tuberías y equipos de transporte de caldos de anchoveta con las dimensiones adecuadas que permita reducir la pérdida de caldos en el recorrido, contribuyendo así a limitar la contaminación ambiental que esta representa además que se genera mayores ingresos económicos positivos.

En el trabajo de Ramírez et al (2021) ellos analizan específicamente el equipo separador centrífugo de eje horizontal de la marca Alfa Laval, cuyo modelo es NX-934B, con caudal de operación es 25 m³/h, logrando diseñar un sistema hidráulico de lavado tipo Cleaning in place cuyo tanque de almacenamiento es 9.34 m³ y una bomba con ADT de 6.57 m. Para nuestro caso emplearemos separadoras de eje horizontal con caudal 40 m³/h, existe una proporcionalidad en nuestros resultados ya que nuestro tanque colector de caldos de anchoveta que alimenta a la separadora tiene un volumen de 9.61 m³ y la altura dinámica total de nuestras 02 bombas que trabajan en paralelo es de 22.65 m. En ambos casos es común que nuestros resultados logren valores superiores al de Ramírez et al (2021) ya que nuestra capacidad también es mayor.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El autor de la presente tesis se responsabiliza por la información emitida en el informe final de la tesis titulado: “Diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta para aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022” y se somete a las normas y reglamentos vigentes de la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

El diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta logra procesar la materia prima cuya capacidad instalada es de 250 TM/h entregando 9 ton/h de aceite crudo mediante la cual obtenemos un rendimiento de producción de aceite de pescado de 3.6%, este valor representa un incremento del 0.3% en el rendimiento actual, pues la red hidráulica soporta el incremento de capacidad reduciendo así las pérdidas de caldos durante el procesamiento.

Los parámetros de diseño empleados en la presente investigación sirvieron para conocer el estado actual de la planta procesadora y fijaron el punto de partida para iniciar el diseño pues se identificó los tramos a diseñar (28 tramos), se procesó las características del fluido (viscosidad de caldos 0.0013 Pa.s a 90°C, viscosidad de aceite crudo 0.010 Pa.s a 90°C), se seleccionó los materiales adecuados para el proceso (Acero inoxidable clase 316L), de acuerdo al código ASME B31.3 y se determinó las velocidades de acuerdo al tipo de flujo (0.2, 0.7, 2.1 y 1.8 m/s).

La demanda específica para cada tramo del diseño se logró obtener mediante el balance de materia en cada sub sistema, para ello se consideró los resultados de la fase líquida del proceso (Licor de pre strainer 40.4 m³/h, licor de prensa 150.6 m³/h, licor de decantación 180.2 m³/h, aceite crudo 10.2 m³/h), la fase sólida se dirigió al procesamiento para obtener harina de pescado. Esta demanda específica se utilizó para diseñar cada tramo identificado previamente, logrando así calcular los diámetros de cada tubería y manifold, así también se consideró los diámetros comerciales en acero inoxidable.

Los equipos de planta que procesan los caldos de anchoveta, tales como los cocinadores de vapor indirecto, filtros pre strainer, prensas de doble tornillo, separadoras centrifugas de eje horizontal y separadoras de eje vertical se seleccionaron considerando el volumen de procesamiento (Cocinadores 50

TM/h, Filtros pre strainer 50 TM/h, Prensa 50 TM/h, Separadores horizontales 38.4 m³/h y centrifugas verticales 36.4 m³/h) y la temperatura de operación (para caldos y aceite crudo 90°C), para ello se recurre a datos técnicos de los proveedores nacionales e internacionales, que suministran los equipos específicos para la planta.

Los tanques colectores de caldos de anchoveta tienen la capacidad suficiente para alimentar a las separadoras de eje horizontal (9.61 m³) y separadoras de eje vertical (9.01 m³), así también garantiza una altura de sumergencia adecuada que evita la cavitación en las bombas, pues se emplea tiempos de residencia (3 y 9 min) superiores a los que actualmente se emplea en la planta, respetando también el espacio disponible para ubicar a los tanques. Para ello fue importante aplicar los criterios sugeridos en ANSI/HI 9.8-1998.

Las bombas seleccionadas garantizan el transporte de los caldos de prensa y pre strainer hacia las separadoras de eje horizontal (96.1 m³/h y 22.65m), y los caldos de las separadoras de eje horizontal hasta las separadoras verticales (90.1 m³/h y 22.5 m). El material de las bombas es acero inoxidable AISI 316L. Para el cálculo de la altura dinámica y la potencia de las bombas, se consideró parámetros del sistema tales como nivel mínimo del tanque, altura máxima de la descarga de las bombas, logrando así seleccionar bombas adecuadas para el sistema.

La validación del diseño se logró empleando el software AFT Fathom 9.0, teniendo en consideración que en la actualidad no existe un programa específico que simule el procesamiento de caldos de anchoveta para obtener aceite de pescado. En consecuencia se consideró determinar los tramos más críticos del sistema para simular su comportamiento. Estos resultados validan los del sistema pues al cumplirse en tramos críticos, se cumple para los que no lo son, pues el transporte en ellos se realiza por acción de la gravedad y el criterio para su diseño es tener las mínimas interrupciones en su recorrido. La simulación muestra una desviación positiva del 7.5%

aproximadamente para cada bomba. Logrado la validación se presento un isométrico general de la planta e isometricos especificos de cada tramo.

VIII. RECOMENDACIONES

El diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta da libertad a todo tipo de mejoras e implementaciones esto para futuras investigaciones, ya que el diseño es amplio y abarca muchas disciplinas. Se recomienda verificar en campo el espacio real disponible para la ampliación de la planta procesadora de aceite de pescado.

Se recomienda emplear datos históricos para verificar el porcentaje de agua, sólidos y grasa en la materia prima y licores del procesamiento de aceite crudo de pescado. Para así evaluar la tendencia de sus valores y determinar adecuadamente la demanda específica en los tramos del sistema de transporte de caldos de pescado.

Se recomienda considerar a empresas nacionales que fabrican y suministran algunos equipos de procesamiento de aceite crudo de pescado.

Se recomienda incluir intercambiadores de calor en determinados tramos, y un sistema de aislamiento a las tuberías para así evitar que las características del fluido se vean afectados por el cambio de temperatura por la transferencia de calor. Así también se sugiere realizar un análisis de esfuerzos en las tuberías y manifolds que transportan los caldos de pescado, pues las desviaciones originados por vibración y dilatación térmica podrían afectar el comportamiento del fluido en el sistema. Adicionalmente se recomienda también realizar un análisis estructural para las bases de los equipos y validar un diseño sísmo resistente que cumpla con la normativa nacional e internacional.

Finalmente se recomienda a la alta Gerencia de la planta invertir en investigación y tecnología para conseguir un software que simule el proceso de obtención de aceite crudo de pescado.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHMEDOVA, Natalia R., LEVICHEVA, Oksana I. y NAUMOV, Vladimir A. 2022. Influence of liquid food products viscosity on lobe pump performance (case of pumping fish oil). *Techological processes, machines and apparatus for processing aquatic bioresources*. 2022. pág. 8. ISSN: 2073-5529-2022-3-74-81.
- ALFA LAVAL. 2023. AFPX 513 Medium capacity solids. [En línea] 2023. [Citado el: 21 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://pdf.directindustry.es/pdf-en/alfa-laval/afpx513-medium-capacity-solids-ejecting-centrifuge-animal-fish-processing-industries/16602-133180.html>.
- ASME B31.3 - 2010. 2010. Tuberías de proceso. *Código ASME para tuberías a presión, B31*. [En línea] 2010. [Citado el: 21 de Diciembre de 2023.] Disponible en: https://www.academia.edu/26793732/ASME_B31_3_EN_ESPA%C3%91OL_TUBER%C3%8DAS_DE_PROCESO.
- ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN (ATECYR). 2010. *Guía técnica de selección de equipos de transporte de fluidos*. Madrid : Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2010. 978-84-96680-54-8.
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ. 2023. Gerencia Central de Estudios Económicos. *Precio de aceite de pescado*. [En línea] 2023. [Citado el: 20 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01503BM/html/2016-1/2016-1>.
- BARRIGA Gamarra, Benjamin. 2016. *Métodos de diseño en ingeniería mecánica*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. pág. 19.
- BERRÚ CHIRA, Frank Yulior. 2011. *Control de procesos en la línea de producción de harina y aceite de pescado de la planta pesquera harinera Hayduck - Paíta*. Lima, Universidad Nacional del Callao, Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. Lima : s.n., 2011. pág. 128, Tesis profesional [Ingeniero Pesquero].
- CAMPOS Grijalva, Ashley K. 2017. Optimización de la temperatura de secado y presión de vacío en la decoloración del aceite crudo de pescado. *Tesis*. Nuevo Chimbote : Universidad Nacional del Santa, 2017. pág. 135.
- CEDEÑO Sares, Luis. 2018. *Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos*. Machala - Ecuador : UTMACH, 2018. pág. 164. ISBN: 978-9942-24-118-4.

CENGEL, Yunus A. y CIMBALA, Jhon M. 2012. *Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones*. 2a ed. México, D.F. : McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2012. pág. 1007. 978-607-15-0779-2.

DA SILVA, Vanessa, y otros. 2023. Oil extraction from catfish (Netuma barba) waste through the supercritical fluid. *International journal of food science and technology*. Brazil : Federal Univeristy of Rio Grande, 2023. pág. 6. ISSN: 09505423.

ECROMSA. 2023. Ecromsa Industrial S.A.C. *Diseño*. [En línea] 2023. [Citado el: 16 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://www.ecromsa.com.pe/>.

ESPINOZA MONTES, Ciro. 2014. *Metodología de investigación tecnológica*. 2a ed. Huancayo : [s.n.], 2014. págs. 50-118. ISBN: 9786120002223.

FIORELLA Representaciones. 2023. Productos en acero inoxidable. [En línea] 2023. [Citado el: 21 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://www.fiorellarepre.com.pe/>.

FLOTTWEG. 2018. Centrífugas decanter Flottweg. *Flottweg*. [En línea] 2018. [Citado el: 25 de julio de 2023.] disponible en: <https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/centrifugas/>.

FOOD NEWS LATAM. 2022. Perú es uno de los principales suministradores de aceite y harina de pescado en el mundo. *Productos*. [En línea] 07 de Diciembre de 2022. [Citado el: 15 de setiembre de 2023.] disponible en: <https://www.foodnewslatam.com/productos/23-ingredientes/13052-per%C3%BA-es-uno-de-los-principales-suministradores-de-aceite-y-harina-de-pescado-del-mundo.html>.

FREÓN, Pierre, y otros. 2017. Life cycle assessment of three Peruvian fish meal plants: Toward a cleaner production. *Journal of Cleaner Production*. 2017.

GN Solids control. 2023. Separation equipment. *Centrifuge / Solids control / Shaker screen*. [En línea] 2023. [Citado el: 21 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/55826/download/808873/1-solids-control-equipment-system.pdf>.

GUDRUN SVANA, Hilmarsdóttir, y otros. 2022. Identification of environmental hotspots in fishmeal and fish oil production towards the optimization of energy-related processes. *Journal of Cleaner Production*. February de 2022.

GUEVARA PEREZ, Ramiro. 2014. *Harinas especiales de pescado*. Lima, Universidad Nacional del Callao. Lima : s.n., 2014. pág. 106, Tesis [Ingeniero Pesquero].

HAARSLEV Processing Technology. 2023. Sinfin cocedor. [En línea] 2023. [Citado el: 20 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://es.haarslev.com/products/screw-cooker/>.

HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. 6a ed. México D.F. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. pág. 632. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HIDROSTAL. 1994. *Bombas de la línea K. 1*, Lima : s.n., 1994.

Hydraulic Institute. 1998. *American national standard for pump intake design*. Parsippany : 6 campus drive, first floor north, 1998. ISBN: 1-880952-26-2.

INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJE. 2023. IFM. *Prensa de doble tornillo*. [En línea] 2023. [Citado el: 15 de setiembre de 2023.] disponible en: https://www.ifm.com.pe/prensa_doble_Tornillo.html.

KLEEBERG, Fernando y ROJAS, Mario. 2012. *Pesquería y acuicultura en el Perú*. 1a ed. Lima : Fondo Editorial de la Universidad de Lima, 2012. pág. 278. ISBN: 978-9972-45-442-4.

LA CAMARA. 2022. Pesca de anchoveta creció 139% entre enero y febrero del 2022. *Produce*. [En línea] 31 de marzo de 2022. [Citado el: 18 de setiembre de 2023.] disponible en: <https://lacamara.pe/produce-pesca-de-anchoveta-crecio-139-entre-enero-y-febrero-del-2022/>.

LIU, Andong, y otros. 2023. *Analysis of hydraulic characteristics of fluid multiplier fish pump based on CFD simulation*. China : Ocean Engineering, 2023. ISSN: 00298018.

MCCABE, Warren L., SMITH, Julian C. y HARRIOT, Peter. 1991. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 4a ed. Madrid : McGraw Hill / Interamericana de España, 1991. págs. 23 - 242. ISBN: 8448119185.

MOTT, Robert L. 2006. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México : Pearson Educación, 2006. págs. 153-319. ISBN: 9702608058.

OCTAL ACERO. 2023. Acero inoxidable. [En línea] 2023. [Citado el: 10 de Noviembre de 2023.] <https://www.octalsteel.com/wp-content/uploads/2017/10/ASTM-A312-2014-specification-for-seamless-and-welded-austenitic-stainless-steel-pipe.pdf>.

OESTERGAARD. 2023. *kontinuer. Prensa de doble eje*. [En línea] 2023. [Citado el: 21 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://www.kontinuer.com/en/equipment/prensas-de-doble-eje/>.

OESTERGAARD Kontinuer. 2023. *Kontinuer. Equipo pre - strainer*. [En línea] 2023. [Citado el: 19 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://www.kontinuer.com/es/equipos/pre-strainer/>.

OJEDA DE LÓPEZ, Juana, QUINTERO, Joana y MACHADO, Ineida. 2007. *La ética en la investigación*. Maracaibo Venezuela : Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín, 2007. págs. 345-357. ISSN: 1317-0570.

PEÑA Torreblanca, Denitza L. 2017. *Propuesta de uso de agua desalinizada de mar para el procesamiento de harina y aceite de pescado en la Provincia de Ilo - Moquegua*. Moquegua : Universidad Católica San Pablo, 2017.

RAMÍREZ Vilcayauri, Luis A. y VERAMENDI Sanchez, Marco Antonio. 2021. Diseño del sistema cleaning in place para reducir el tiempo de lavado en la separadora NX-934B en una planta pesquera, 2021. Callao : Universidad Nacional del Callao, 2021. pág. 135.

RAMIREZ, C. et al. 2010. *Fundamentos y Técnicas de Costos*. 1a ed. Cartagena de Indias : Universidad Libre, 2010. pág. 674. ISBN 978-958-8621-13-5.

ROCHA Felices, Arturo. 2007. *Hidráulica de tuberías y canales*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.

RUBIO Gonzales, Julio M. 2019. *Evaluación técnica económica en una planta pesquera en Chimbote, al instalar un segundo secador a fuego directo en la primera etapa de secado para la línea de harina y aceite de pescado*. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.

SANCHEZ Rivera, Irving W. y TORRES Cuenca, Diego E. 2019. *Rediseño de un cocinador indirecto con una capacidad de 60 t/h de pescado utilizando un software de programación en la empresa Fabricaciones Industriales D&F E.I.R.L*. Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2019.

SANIPES. 2001. Decreto Supremo N° 040-2001-PE. *Norma sanitaria para las actividades pesqueras y acuícolas*. Lima : s.n., 2001. pág. 43.

SCHULE. 2023. SCHULEFOOD. [En línea] 2023. [Citado el: 10 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://www.schulefood.com/es/maquinas/secar-enfriar-detalle/enfriador-de-lecho-fluidizado/>.

SEGEMIND. 2016. Poyectos integrales de ingeniería. *Reparación de rotatubos - Chicama*. [En línea] 2016. [Citado el: 30 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://segemind.com/tag/secador-rotatubo>.

Shames, Irving. 1995. *Mecánica de Fluidos*. 3a ed. Santafé de Bogotá : McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A., 1995. pág. 850. 958-600-246-2.

SILVA Ortiz, Dolores. 2003. *Elaboración de harina de pescado*. Universidad Católica de Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias. Buenos Aires : s.n., 2003. pág. 137, Tesis de Licenciatura [Licenciado en Tecnología de los Alimentos].

SOCIEDAD NACIONAL DE PESQUERÍA. 2023. Aceite de pescado. *Proceso productivo harina y aceite de pescado*. [En línea] 2023. [Citado el: 15 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/aceite-de-pescado>.

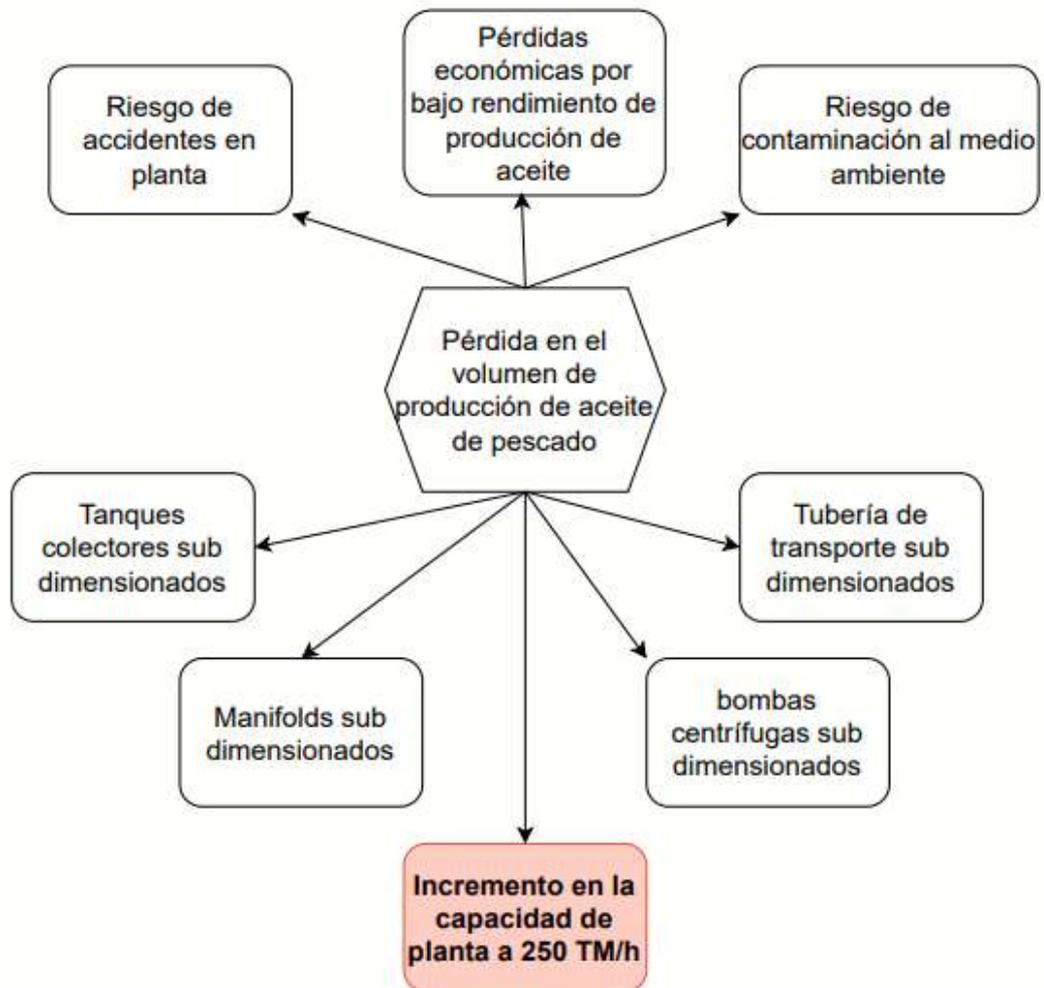
- SPARRE, T. y ARNESEN, E. 1963. *Aprovechamiento de la materia prima en la elaboracion de harina de pescado tipo integral*. Instituto de investigación de los recursos marinos. La Punta, Callao : s.n., 1963. pág. 22, Informe N°17.
- SUEIRO, Juan Carlos. 2023. Informe anual, Exportaciones pesqueras del Perú en el 2022. *Oceana*. [En línea] 24 de Febrero de 2023. [Citado el: 20 de setiembre de 2023.] disponible en: <https://peru.oceana.org/blog/informe-anual-exportaciones-pesqueras-del-peru-en-el-2022/>.
- UNICAN. 2023. Propiedades del vapor de agua. *Vapor de agua saturado*. [En línea] 2023. [Citado el: 10 de Diciembre de 2023.] Disponible en: <https://personales.unican.es/reduced/Traspereancias%20WEB/Trasp%20MIM/L%20123%20TDET%20Tablas%20Vapor.pdf>.
- VALDERRAMA Mendoza, Santiago. 2012. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta*. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2012. pág. 249. ISBN: 978-612-302.
- VALLEJOS Romaña, César A. 2013. *Modelación, simulación, control PID y control predictivo de un secador rotadisco en la industria pesquera*. Universidad Nacional de Piura. Piura : s.n., 2013. pág. 129, Tesis.
- WHITE, Frank M. 2004. *Mecánica de fluidos*. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.U., 2004. pág. 340. ISBN: 8448140761.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE CALDOS DE ANCHOVETA PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN DE ACEITE EN UNA PLANTA DE HARINA DE PESCADO DE 250 TM/H EN PUERTO CHICAMA – LA LIBERTAD, 2022				
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Metodología
¿De qué manera el diseño de un sistema de transporte de caldos de anchoveta aumenta el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?	Diseñar el sistema de transporte de caldos de anchoveta para aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.	Si se diseña un sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.	VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema de transporte de caldos de anchoveta DIMENSIONES Parámetros del diseño Demanda del sistema selección de equipos Pre dimensionamiento de la red hidráulica Validación del diseño	Tipo: Aplicada Enfoque: Cuantitativo Alcance: Descriptiva Diseño: No experimental Alcance temporal: Transversal Población y muestra: planta de procesamiento de harina de pescado
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cómo determinar los parámetros de diseño para un sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?	Determinar los parámetros de diseño para un sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.	Si se determina los parámetros de diseño para un sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022		
¿Cómo determinar la demanda del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?	Determinar la demanda del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.	Si se determina la demanda del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.		
¿Cómo realizar la selección de los equipos del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?	Realizar la selección de los equipos del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.	Si se realiza la selección de los equipos del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.		
¿Cómo realizar el pre dimensionamiento de la red hidráulica del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?	Realizar el pre dimensionamiento de la red hidráulica del sistema de transporte de caldos de anchoveta que permita aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.	Si se realiza el pre dimensionamiento de la red hidráulica del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.		
¿Cómo realizar la validación del diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta aumente el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022?	Realizar la validación del diseño del sistema de transporte de caldos que aumente el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama – La Libertad, 2022.	Si se valida el diseño del sistema de transporte de caldos de anchoveta se logra aumentar el rendimiento de producción de aceite en una planta de harina de pescado de 250 TM/h en Puerto Chicama - La Libertad, 2022.			VARIABLE DEPENDIENTE Rendimiento de producción de aceite

Anexo 2: Herramienta de análisis – árbol de problemas



Anexo 3: Ficha técnica cocinador de vapor indirecto marca Haarslev

ALIMENTACIÓN CONTINUA DE MATERIA PRIMA FRESCA DE AVES O PESCADO PRÁCTICAMENTE DE TODO TIPO, QUE INGRESA EN FRÍO

EL MATERIAL COCIDO SALE CALIENTE, LISTO PARA SU SEPARACIÓN MECÁNICA EN SÓLIDOS O LÍQUIDOS

TIPO	CAPACIDAD (l/h)	DIMENSIONES (mm)			PESO (t)
		Longitud (L)	Altura (AL)	Anchura (An.)	
SFC 0605	35 - 45	8.800	1.000	5.200	6
SFC 0806	70 - 85	8.250	1.000	1.000	12
SFC 0808	85 - 110	10.200	1.000	1.000	14
SFC 1108	110 - 130	10.250	2.300	2.600	20
SFC 1110	20,0 - 25,0	12.580	2.300	2.600	25
SFC 1112	24,0 - 30,0	14.800	2.300	2.600	27
SFC 1310	23,0 - 29,0	13.220	2.650	2.850	32
SFC 1312	30,0 - 35,0	15.200	2.650	2.850	35
SFC 1514	33,0 - 41,0	11.020	2.650	2.850	40
SFC 1612	30,0 - 40,0	10.100	2.900	2.750	40
SFC 1614	40,0 - 50,0	11.000	2.900	2.750	47
SFC 1616	50,0 - 60,0	10.100	2.900	2.750	55

** Todas las dimensiones son aproximadas.*

Nos reservamos el derecho de cambiar las especificaciones en cualquier momento sin previo aviso.

Fuente: Haarslev. Screw cooker. Extraído de: <https://haarslev.com/products/screw-cooker/> (2023)

PRE STRAINER



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

✔
 EQUIPO CONSTRUÍDO EN ACERO INOXIDABLE

✔
 ALTA PRODUCTIVIDAD Y BAJO CONSUMO DE ENERGÍA

✔
 BAJO COSTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

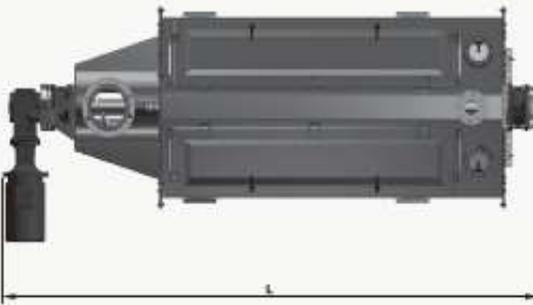
✔
 MAYOR ÁREA DE SEPARACIÓN

FLUJO DEL EQUIPO

MATERIA PRIMA,
GENERALMENTE DE
PESCADO, CON ALTO ÍNDICE
DE HUMEDAD



PRODUCTO CON MENOS
HUMEDAD Y MÁS FÁCIL
DE PRENSAR




MODELO	CAPACIDAD (ton/h)	PESO (kg)	POTENCIA (kW)	DIMENSIONES GENERALES (mm)		
				L	A	A
KPS-25	10 - 25	1560	3	3800	1150	1500
KPS-50	50	2300	(2x) 3	3800	2250	1500

Kontinuer se reserva el derecho de añadir cualquier información sin previo aviso



+55 (41) 3040-9989

contato@kontinuer.com

Rua João Ferreira Sobrinho, 278 | Cx: | Curitiba | Paraná

Fuente: Oestergaard Kontinuer. Pre strainer. Extraído de:
<https://www.kontinuer.com/es/equipos/pre-strainer/> (2023)

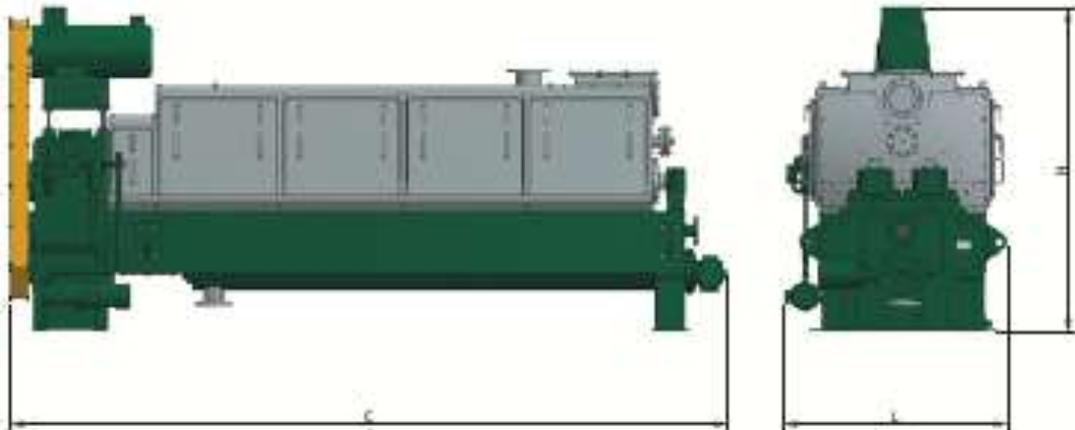
Anexo 5: Ficha técnica prensa marca Kontinuer

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- Portas de inspeção por toda a extensão do equipamento;
- Garantia da mínima distância entre as helicoides e peneiras;
- Opções de fabricação dos eixos em aço carbono e aço inoxidável;
- Sistema de controle de nível (opcional).



ANOTAÇÕES



MODELO	CAPACIDADE APROX. (ton/h)	POTÊNCIA (kW)	PESO (ton)	DIMENSÕES (mm)		
				C	L	H
KTS-350	7,0	11 - 15	7	5500	1280	1690
KTS-400	13,0	30 - 45	10,7	4750	1480	2170
KTS-500	25,0	45	17	5800	1400	1700
KTS-550	30,0	55 - 75	24	6800	1600	1800
KTS-650S	40,0	90 - 110	34	7420	1800	2100
KTS-650R	50,0	90 - 132	35	8250	2000	2950

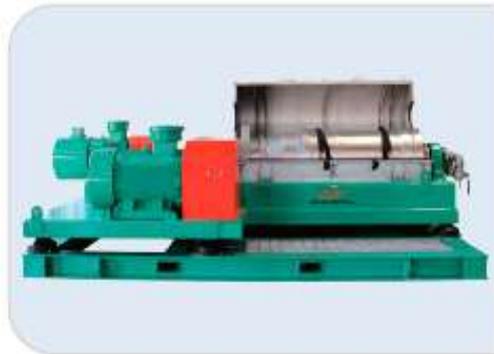
Fuente: Oestergaard Kontinuer. Prensa doble eje. Extraído de:
<https://www.kontinuer.com/en/equipment/prensas-de-doble-eje/> (2023)



2.7 18inch (450mm) Decanter Centrifuge

GN 18inch(450mm) decenter centrifuge is optional with 3 different bowl length. GNLW452 is an economic centrifuge, popular for drilling mud treatment. To meet different applications, the GNLW453 and GNLW454 is designed with longer bowl.

GN 18 inch decenter centrifuge is optional in three types includes: fixed gear box drive, fully hydraulic drive, and variable frequency drive.



Model	GNLW452D	GNLW453D-VFD	GNLW454FT-VFD
Bowl Diameter	18inch(450mm)	18inch(450mm)	18inch(450mm)
Bowl Length	43.5inch(1105mm)	61inch(1540mm)	74.5inch(1890mm)
Designed Capacity	250GPM(57M ³ /h)	352GPM(80m ³ /h)	400GPM(90m ³ /h)
Typical Capacity	176GPM(40m ³ /h)	264GPM(60m ³ /h)	300GPM(68m ³ /h)
Max Bowl Speed	1800RPM	3200RPM	3500RPM
Typical Bowl Speed	1800RPM	0-2800RPM	0-3200RPM
Max G Force	815G	2578G	3084G
Typical G Force	815G	0-1973G	0-2578G
Cut Point	5-7µm	2-5µm	2-5µm
Differential Speed	32RPM	0-45RPM	0-45RPM
Gearbox Torch	3500 N·M	7500 N·M	7500 N·M
Gearbox Ratio	57:1	35:1	35:1
Main Motor	45KW(60HP)	55KW(75HP)	55KW(75HP)
Back Drive Motor	N/A	22KW(30HP)	22KW(30HP)
Recommend Pump Motor	11KW(15HP)	15KW(20HP)	15KW(30HP)
Remarks	Above Max capacity is for water, the treating capacity would be various as per different material conditions and customer required treating results.		

Fuente: GN Solids Control. Decanter centrifuge. Extraído de:

https://www.gnsolidscontrol.com/decanting-centrifuge/?gad_source=1&qclid=CjwKCAiAvoqsBhB9EiwA9XTWGZX4xbIxLQfglAN2v4bAwCdLnsaTi3owx2CHpX52S8AnLR6_aB4FHhoC5MAQAvD_BwE (2023)

Anexo 7: Ficha técnica separadora de eje vertical marca Alfa Laval

Operating principles

Separation takes place inside a rotating bowl. The feed is introduced to the rotating centrifuge bowl from the top via a stationary inlet pipe (1), and is accelerated in the distributor (2), which was specially designed to ensure smooth acceleration of the feed liquid. Leaving the distributor, the feed enters the disc stack (3). The separation into liquid-liquid-solids takes place between the discs, with the oil phase moving through the disc stack to the centre. When it reaches the centre, it is discharged through channels (4) and ejected into the collecting frame. The water and heavy solids separated from the oil move to the periphery, and the water flows via channels in the top disc (5) to the paring chamber, where it is pumped out of the rotor by means of a built-in paring disc (6). During purification, water is fed into the bowl before the process liquid is introduced. This water forms a seal around the outer edge of the top disc. The solids collect in the periphery, where they are discharged intermittently via the centrifuge cyclone. The solids are discharged by means of a hydraulic system, which forces the sliding bowl bottom (7) to drop down at preset intervals, thus opening the solids ports at the bowl periphery.

Basic executions

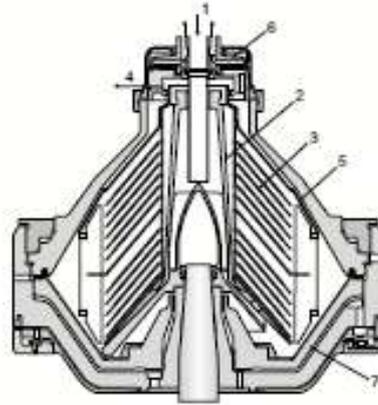
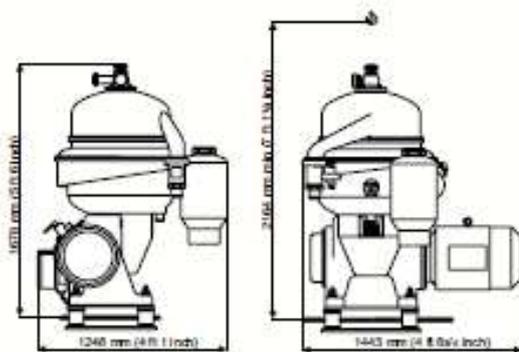
Purifier AFPX 513XGD-14CG: Purifies the light liquid phase, which is the major part of the feed mixture.

Concentrator AFPX 513XGD-74CG: Purifies the heavy liquid phase, which is the major part of the feed mixture. The light phase becomes concentrated.

Energy consumption

Electric power at 18 m ³ /h	18 kW
Operating liquid per discharge	0.6 l

Dimensions



Typical bowl for a solids-ejecting centrifuge. The details illustrated do not necessarily correspond to the centrifuge described.

Technical specification

Hydraulic capacity	37 m ³ /h (60 US gpm)
Bowl speed	5,120 rpm
Motor speed synchronous 50/60 Hz	1,500/1,800 rpm
Centrifugal force inside bowl	max. 7,520 g
Bowl volume	38 l
Sludge space volume	approx. 12 l
Motor power installed	30 kW
Starting time	8–10 min
Stopping time with brake	7–8 min
Outlet pressure, oil	0 kPa
Outlet pressure, heavy phase	max. 600 kPa
Sound pressure	83 dB(A) ¹⁾
Overhead hoist lifting capacity	min. 800 kg (1,764 lbs)

¹⁾ In compliance to EN ISO 4871

Connections

Feed inlet diameter	51 mm (2") SMS Union
Heavy liquid outlet diameter	51 mm (2") SMS Union
Light liquid outlet diameter	76 mm (3") hose connection
Solids outlet diameter	205 mm (8")

Shipping data (approximate)

Centrifuge incl. bowl and motor	1,260 kg (2,800 lbs)
Bowl weight (-14/74)	391/371 kg (860/820 lbs)
Gross weight	2,000 kg (4,400 lbs)
Volume	5 m ³

PCHS00004EN 0602

Alfa Laval reserves the right to change specifications without prior notification.

How to contact Alfa Laval

Up-to-date Alfa Laval contact details for all countries are always available on our website at www.alfalaval.com

Fuente: Alfa Laval. Centrífugas. Extraído de:

<https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/products/separation/centrifugal-separators/disc-stack-separators/afpx513.pdf> (2023)

Anexo 8: Ficha técnica tuberías de acero inoxidable ASTM A312



**TUBO INOXIDABLE SOLDABLE ASTM A312
316/316L SCH 40S SIN COSTURA (NON ERW)**

La tubería A312 está destinada para aplicaciones sometidas a temperatura y agentes corrosivos en general. Longitud 6m.



TEST DE TENSION

MATERIAL	CARGA DE ROTURA, mín.		LÍMITE ELÁSTICO, mín.	
	PSI	MPa	PSI	MPa
304L	70000	485	25000	170
304	75000	515	30000	205
316L	70000	485	25000	170
316	75000	515	30000	205

Fiorella Representaciones S.A.C.
Importador y distribuidor autorizado de productos HGA para Perú y para su exportación.

DIMENSIONES

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERNO	SCH 10S				SCH 40S				SCH 80S			
		ESPESOR NOMINAL		PESO		ESPESOR NOMINAL		PESO		ESPESOR NOMINAL		PESO	
pulg	mm	mm	kg/m	kg (6m)	mm	kg/m	kg (6m)	mm	kg/m	kg (6m)	mm	kg/m	kg (6m)
1/4	13.7	1.65	0.49	2.94	2.24	0.63	3.78	3.02	0.80	4.80			
3/8	17.1	1.65	0.63	3.78	2.31	0.85	5.10	3.20	1.09	6.54			
1/2	21.3	2.11	1.00	6.00	2.77	1.27	7.62	3.73	1.62	9.72			
3/4	26.7	2.11	1.28	7.68	2.87	1.69	10.14	3.91	2.20	13.20			
1	33.4	2.77	2.09	12.54	3.38	2.50	15.00	4.55	3.24	19.44			
1 1/4	42.2	2.77	2.69	16.14	3.56	3.39	20.34	4.85	4.47	26.82			
1 1/2	48.3	2.77	3.11	18.66	3.68	4.05	24.30	5.08	5.41	32.46			
2	60.3	2.77	3.93	23.58	3.91	5.45	32.70	5.54	7.49	44.94			
2 1/2	73.0	3.05	5.27	31.62	5.16	8.64	51.84	7.01	11.42	68.52			
3	88.9	3.05	6.46	38.76	5.49	11.30	67.80	7.62	15.28	91.68			
4	114.3	3.05	8.37	50.22	6.02	16.09	96.54	8.56	22.34	134.04			
5	141.3	3.40	11.6	69.60	6.56	21.8	130.80	9.53	31.0	186.00			
6	168.3	3.40	13.85	83.10	7.11	28.28	169.68	10.97	42.60	255.60			
8	219.1	3.76	19.98	119.88	8.18	42.57	255.42	12.70	64.69	388.14			
10	273.0	4.19	27.88	167.28	9.27	60.36	362.16	12.70	81.6	489.60			
12	323.8	4.57	36.08	216.48	9.53	73.9	443.40	12.70	97.4	584.40			
14	355.6	4.78	41.3	247.80	9.53	81.3	487.80	12.70	107.4	644.40			
16	406.4	4.78	47.3	283.80	9.53	93.3	559.80	12.70	123.3	739.80			
18	457.2	4.78	53.3	319.80	9.53	105.2	631.20	12.70	139.2	835.20			
20	508	5.54	68.8	412.80	9.53	117.2	703.20	12.70	155.1	930.60			
22	558.8	5.54	75.5	453.00	9.53	129.1	774.60	12.70	171.1	1026.60			
24	609.6	6.35	94.5	567.00	9.53	141.1	846.60	12.70	187.1	1122.60			

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.



FIGRELLA
Representaciones S.A.C.

www.fiorellarepre.com.pe

 Calle Omicrón N° 215, Callao, Perú
 (51+) 319 6160  (51) 998 373 362
 ventas_omi@fiorellarepre.com.pe

Fuente: Fiorella Representaciones. Tubo Inoxidable A312. Extraído de:
<https://www.fiorellarepre.com.pe/TUBO-INOX-C-316L-SCH-40-C-C/806003> (2023)

Planchas de Acero Inoxidable ASTM A240, calidad 304, 316 y 430



PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE A240 / A480

Planchas de acero inoxidable calidad 304, 316 y 430; para uso petroquímico, industrial, equipamiento médico, utensilios de cocina, etc.

Anchos de 4' (1200 mm) y 5' (1500 mm).

Largos de 8' (2400 mm) y 10' (3000 mm).

Materiales: ASTM A240, A480

Resistentes a la corrosión y la oxidación.
Acabados 2B, N°1 y N°4

Se mide en espesor x ancho x largo

Características de Acabados:

2B Laminado en frío, recogido y decapado.
Conocido como acabado MATE.

N°1 Laminado en caliente, recogido y decapado.
Conocido como acabado INDUSTRIAL.

N°4 Pulido con cintas abrasivas de grano 150
a 400. conocido como acabado SATINADO.

Espesor		Peso Teórico (Kg)	
pulg	mm	4' x 8'	5' x 10'
	0.3	7.14	11.15
1/64	0.4	9.53	14.86
1/54	0.45	10.72	16.72
1/48	0.50	11.91	18.58
	0.55	13.09	20.44
1/40	0.6	14.29	22.30
	0.7	16.67	26.01
1/32	0.8	19.05	29.73
1/27	0.9	21.43	33.45
1/20	1.2	28.58	44.59
1/18	1.5	35.72	55.74
5/64	2.0	47.57	74.32
3/32	2.5	59.45	92.90
1/8	3.0	71.35	111.48
	3.5	83.24	130.26
5/32	4.0	95.13	148.64
3/16	4.78	113.21	176.89
1/4	6.35	151.02	235.97
3/8	9.53	226.65	354.15
1/2	12.70	302.05	471.95
5/8	15.00	356.75	557.42
	18.00	428.10	668.90
3/4	19.05	453.07	707.92
1	25.40	604.09	943.89
1 1/4	31.75	755.12	1179.87
1 1/2	38.10	906.14	1415.84
2	50.80	1208.19	1887.79

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

Fuente: Fiorella Representaciones. Plancha Inoxidable C316. Extraído de:
<https://www.fiorellarepre.com.pe/TUBO-INOX-C-316L-SCH-40-C-C/806003> (2023)

Anexo 10: Ficha técnica válvula de compuerta en acero inoxidable



VÁLVULA COMPUERTA INOXIDABLE CF3M (316L) CLASE 150 OS&Y



MATERIALES

PARTE	MATERIAL	
1	Cuerpo	ASTM A351 CF3M
2	Bonete	ASTM A351 CF3M
3	Disco	ASTM A351 CF3M
4	Vástago	ASTM A276 T316
5	Manubrio	ASTM A536
6	Junta	PTFE
7	Brida Prensa Estopa	ASTM A351 CF8
8	Prensa Estopa	ASTM A276 T304
9	Empaquetadura	PTFE
10	Tuerca de Vástago	ASTM A536
11	Tuerca de Manubrio	ASTM A276 T304
12	Tuerca Pernos Bonete	ASTM A194 GR 8
13	Pernos de Bonete	ASTM A193 GR B8
14	Pin Cáncamo	ASTM A276 T304
15	Cáncamo	ASTM A193 GR B8
16	Tuerca de Cáncamo	ASTM A194 GR 8
17	Placa ID	Aluminio
18	Arandela	ASTM A536
19	Engrasador	304 SS
20	Set de Pernos	Acero

Cuña de Disco Flexible

Normas Industriales:

Bridas ASME B16.5 | Sección de paredes ASME B16.34

Cara a Cara ASME B16.10 |

Ranfos de Presión y Temperatura ASME B16.34 |

Test Hidrostático API 598

Presión de la Prueba Hidrostática:

Clase 150 - Presión 425 PSI

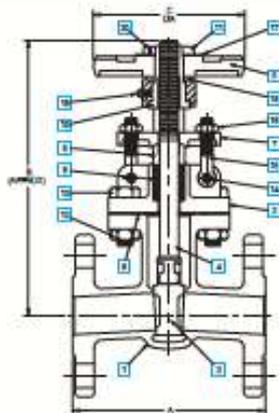
Usos Recomendados

Tiene buena resistencia a los ácidos orgánicos y sales; ácidos sulfúrico y sulfuroso; ácidos fosfóricos y mezclas de ácidos fosfóricos fluorhídrico-sulfúrico; licores de sulfato y sulfito; agua de mar y otras soluciones de cloruro; hidróxido de sodio y vapor.

DIMENSIONES

MEDIDA	A	B (Aberto)	C	PESO	
				LBS	KG
2"	7.00	12.6	6.3	27.0	12.2
2 1/2"	7.50	15.1	6.3	37.5	17.0
3"	8.00	16.7	7.9	46.3	21.0
4"	9.00	20.9	9.8	75.0	34.0
6"	10.50	28.7	12.4	128.0	58.1
8"	11.50	36.9	14.0	216.1	98.0
10"	13.00	43.9	14.0	291.1	132.0
12"	14.00	51.9	15.7	436.6	198.0

* Dimensiones en pulgadas



PRESIÓN - TEMPERATURA

TEMPERATURA		PRESIÓN
°F	°C	CLASE 150 (PSIG)
-20 to 100	-29 to 38	275
200	93	240
300	149	215
400	204	195
500	260	170
600	316	140
650	349	125
700	371	110
750	399	95
800	427	80
850	454	65

* Nota : Dimensiones, diseño y materiales están sujetos a cambios sin previo aviso.

Fuente: Fiorella Representaciones. Válvula de compuerta. Extraído de:

<https://www.fiorellarepre.com.pe/VALVULA-COMPUERTA-INOXIDABLE-CF8M--316--CLASE-150-BRIDADA/856568> (2023)

Anexo 11: Tabla de vapor saturado a diferentes temperaturas

PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA

VAPOR DE AGUA SATURADO (entrada por temperaturas)

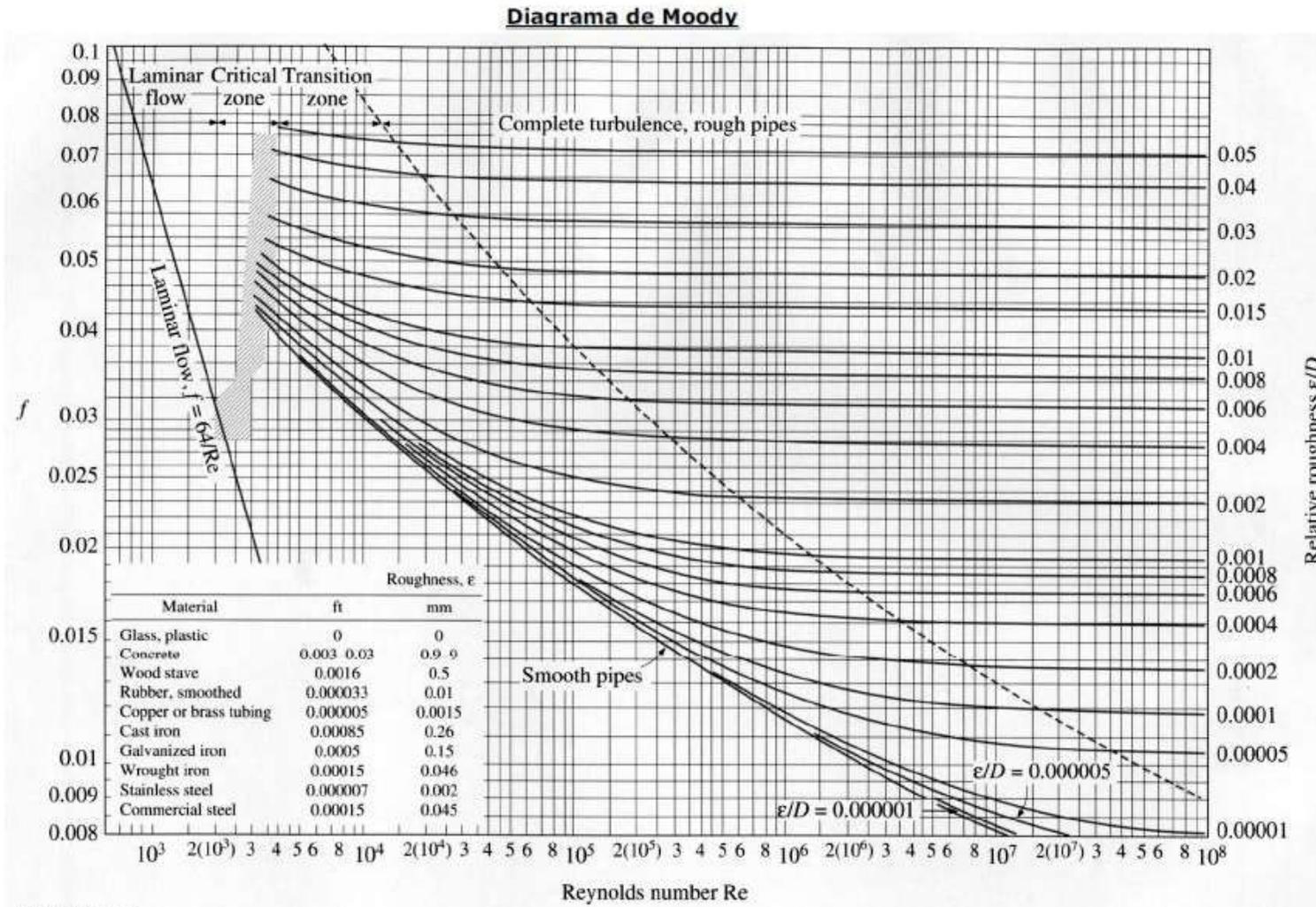
Temp. °C	Presión absoluta bar	Entalpia específica kWh/kg	Densidad kg/m³	Volumen específico m³/kg	Viscosidad dinámica cP	Viscosidad cinemática cSt	Calor específico kWh/kg-K
50	0,12	0,719808	0,083140	12,027864	0,010616	127,691525	0,0005412
60	0,20	0,724679	0,130418	7,667656	0,010935	83,842200	0,0005462
70	0,31	0,729472	0,198423	5,039733	0,011260	56,749423	0,0005520
80	0,47	0,734171	0,293663	3,405265	0,011592	39,475082	0,0005589
90	0,70	0,738758	0,423882	2,359149	0,011929	28,142389	0,0005671
100	1,01	0,743214	0,598136	1,671861	0,012269	20,512441	0,0005771
101	1,05	0,743652	0,618373	1,617147	0,012303	19,896408	0,0005782
102	1,09	0,744088	0,639165	1,564542	0,012338	19,302688	0,0005793
103	1,13	0,744523	0,660522	1,513953	0,012372	18,730345	0,0005805
104	1,17	0,744956	0,682458	1,465292	0,012406	18,178489	0,0005817
105	1,21	0,745387	0,704982	1,418475	0,012440	17,646270	0,0005829
106	1,25	0,745817	0,728108	1,373422	0,012475	17,132880	0,0005841
107	1,30	0,746245	0,751847	1,330058	0,012509	16,637546	0,0005853
108	1,34	0,746671	0,776211	1,288310	0,012543	16,159533	0,0005866
109	1,39	0,747096	0,801212	1,248109	0,012578	15,698138	0,0005879
110	1,43	0,747519	0,826863	1,209390	0,012612	15,252691	0,0005892
111	1,48	0,747940	0,853177	1,172090	0,012646	14,822552	0,0005906
112	1,53	0,748359	0,880165	1,136150	0,012681	14,407111	0,0005919
113	1,58	0,748777	0,907842	1,101513	0,012715	14,005784	0,0005933
114	1,64	0,749193	0,936219	1,068126	0,012749	13,618014	0,0005948
115	1,69	0,749607	0,965311	1,035936	0,012784	13,243268	0,0005962
116	1,75	0,750019	0,995130	1,004894	0,012818	12,881038	0,0005977
117	1,81	0,750429	1,025690	0,974954	0,012853	12,530837	0,0005992
118	1,86	0,750838	1,057004	0,946070	0,012887	12,192201	0,0006007
119	1,92	0,751244	1,089087	0,918201	0,012922	11,864685	0,0006023
120	1,99	0,751648	1,121952	0,891304	0,012956	11,547863	0,0006039
121	2,05	0,752051	1,155613	0,865341	0,012991	11,241329	0,0006055
122	2,12	0,752451	1,190085	0,840276	0,013025	10,944693	0,0006072
123	2,18	0,752850	1,225383	0,816072	0,013060	10,657582	0,0006088
124	2,25	0,753246	1,261520	0,792695	0,013094	10,379640	0,0006105
125	2,32	0,753640	1,298512	0,770112	0,013129	10,110524	0,0006123
126	2,39	0,754033	1,336373	0,748294	0,013163	9,849909	0,0006140
127	2,47	0,754423	1,375118	0,727210	0,013198	9,597479	0,0006158
128	2,54	0,754811	1,414764	0,706832	0,013232	9,352935	0,0006177
129	2,62	0,755196	1,455325	0,687132	0,013267	9,115988	0,0006195
130	2,70	0,755580	1,496817	0,668084	0,013301	8,886363	0,0006214
131	2,78	0,755961	1,539255	0,649665	0,013336	8,663795	0,0006233
132	2,87	0,756340	1,582656	0,631849	0,013370	8,448031	0,0006253
133	2,95	0,756717	1,627036	0,614614	0,013405	8,238826	0,0006272
134	3,04	0,757092	1,672411	0,597939	0,013439	8,035947	0,0006292
135	3,13	0,757464	1,718798	0,581802	0,013474	7,839170	0,0006313
136	3,22	0,757834	1,766213	0,566183	0,013508	7,648281	0,0006333

- 1 -

Fuente: Unican. Vapor saturado. Extraído de:

<https://personales.unican.es/rendoc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20MIM/L%20123%20TD ET%20Tablas%20Vapor.pdf> (2023)

Anexo 12: Diagrama de moody



Fuente: Mott. Mecánica de Fluidos, (2006)

Anexo 13: Tabla de valores del coeficiente Y

Tabla 304.1.1 Valores de coeficiente Y para $t < D/6$

Materiales	Temperatura, °C (°F)					
	≤ 482 (900 y menores)	510 (950)	538 (1.000)	566 (1.050)	593 (1.100)	≤ 621 (1.150 y mayores)
Aceros Ferriticos	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aceros Austeniticos	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
Otros metales ductiles	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Hierro Fundido	0,0	...	...	...	...	...

Fuente: ASME B31.3 (2010)

Anexo 14: Valores de esfuerzo S

Tabla K-1. Esfuerzo permitido en tensión para metales del Capítulo IX^{1-6, 18} (cont.)

Los números en paréntesis se refieren a las notas para las Tablas del Apéndice K; las especificaciones son ASTM a menos que se especifique de otra forma.

Esfuerzo permitido, ksi (multiplíquelo por 1000 para obtener psi) a temperatura de metal °F										
especificad (sin excederla)										
100	200	250	300	400	500	600	650	700	Tipo o grado	No. espec.
Acero de baja y media aleación (continuación)										
Tuberías y tubos (17) (continuación)										
23,3	21,3	...	20,7	20,0	18,9	17,3	17,0	15,7	3	A 333
23,3	21,3	...	20,7	20,0	18,9	17,3	17,0	15,7	3	A 334
50,0	48,0	47,0	...	...	...	...	...	...	8	A 333
50,0	48,0	47,0	...	...	...	...	...	...	8	A 334
Forjas y accesorios										
23,3	21,3	...	19,6	...	...	...	...	...	WPL3	A 420
25,0	22,8	...	22,1	...	...	...	...	...	LF3	A 350
26,7	24,1	...	22,7	21,7	20,9	20,3	20,1	19,7	F12, Cl. 2	A 182
26,7	24,6	...	23,4	22,5	21,7	20,9	20,5	20,1	F11, Cl. 2	A 182
26,7	24,6	...	23,4	22,5	21,7	20,9	20,5	20,1	F1	A 182
26,7	24,1	...	23,2	22,9	22,7	22,4	22,1	21,7	F5	A 182
30,0	27,5	...	26,1	25,5	24,8	24,3	24,0	23,7	F22, Cl. 3	A 182
50,0	48,0	47,0	...	...	...	...	...	...	WPL8	A 420
66,7	62,8	...	60,8	59,5	58,5	57,4	56,7	...	4N, Cl. 2	A 508
66,7	64,0	...	62,3	61,3	60,3	59,3	58,5	57,3	1, 2, 3 Cl. 1	A 723
80,0	76,8	...	74,8	73,6	72,4	71,2	70,1	68,8	1, 2, 3 Cl. 2	A 723
93,3	89,6	...	87,3	85,9	84,5	83,1	81,9	80,3	1, 2, 3 Cl. 3	A 723
Acero inoxidable (5)										
Tuberías y tubos (17)										
16,7	16,7	...	16,7	15,8	14,8	14,0	13,8	13,5	TP316L	A 312
16,7	16,7	...	16,7	15,8	14,8	14,0	13,8	13,5	316L, Cl.1&3	A 358
20,0	20,0	...	20,0	18,9	17,5	16,5	16,0	15,6	TP316LN	A 312
20,0	20,0	...	20,0	18,9	17,5	16,5	16,0	15,6	316LN, Cl.1&3	A 358

Fuente: ASME B31.3 (2010)

Anexo 15: Valores de calidad E

Tabla A-1B factores de calidad básicos para juntas longitudinales soldadas en tuberías, tubos y accesorios, E_j (cont.)

Estos factores de calidad son determinados de acuerdo con el párrafo 302.3.4(a). vea también párrafo 302.3.4(b) y Tabla 302.3.4 para factores de calidad incrementados aplicables a casos especiales. Las especificaciones, excepto API, son ASTM.

No. espec.	Clase (o tipo)	Descripción	E _j (2)	Notas. Apéndice A
Acero de baja y media aleación (continuación)				
A 672	12, 22, 32, 42, 52	Tubería soldada por fusión eléctrica, 100% radiografiado	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Tubería soldada por fusión eléctrica, cordón doble a tope	0.85	(78)
A 691	12, 22, 32, 42, 52	Tubería soldada por fusión eléctrica, 100% radiografiado	1.00	...
	13, 23, 33, 43, 53	Tubería soldada por fusión eléctrica, cordón doble a tope	0.85	(78)
Acero inoxidable				
A 182	...	Forjas y accesorios	1.00	...
A 268	...	Tubo sin costura	1.00	...
		Tubo soldado por fusión eléctrica, cordón doble a tope.	0.85	...
		Tubo soldado por fusión eléctrica, cordón sencillo a tope	0.80	...
A 269	...	Tubo sin costura	1.00	...
		Tubo soldado por fusión eléctrica, cordón doble a tope.	0.85	...
		Tubo soldado por fusión eléctrica, cordón sencillo a tope	0.80	...
A 312	...	Tubo sin costura	1.00	...
		Tubo soldado por fusión eléctrica, cordón doble a tope.	0.85	...
		Tubo soldado por fusión eléctrica, cordón sencillo a tope	0.80	...
A 358	1, 3, 4	Tubería soldada por fusión eléctrica, 100% radiografiado	1.00	...
	5	Tubería soldada por fusión eléctrica, radiografía por lotes	0.90	...
	2		0.85	...
A 376	...	Tubería sin costura	1.00	...
A 403	...	Accesorios sin costura	1.00	...
		Accesorio soldado, 100% radiografiado	1.00	(16)
		Accesorio soldado, cordón doble a tope.	0.85	...
		Accesorio soldado, cordón sencillo a tope	0.80	...

Fuente: ASME B31.3 (2010)

Anexo 16: Valores del factor de reducción W

Tabla 302.3.5 Factor de reducción de solidez de soldadura, W

Grupo de aceros	Temperatura del componente, T_c °C (°F)														
	427 (800)	454 (850)	482 (900)	510 (950)	538 (1.000)	566 (1.050)	593 (1.100)	621 (1.150)	649 (1.200)	677 (1.250)	704 (1.300)	732 (1.350)	760 (1.400)	788 (1.450)	816 (1.500)
CrMo [Notas (1)-(3)]	1	0,95	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73	0,68	0,64	...	...	...	...	...	...
CSEF (N + T) [Notas (3)-(5)]	1	0,95	0,91	0,86	0,82	0,77	...	...	...	...	...	...
CSEF [Notas (3) y (4)] (PWHT subcrítico)	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	...	...	...	...	...	...
Soldaduras autógenas en acero inoxidable austenítico grado 3xx y aleaciones de níquel N088xx y N066xx [Nota (6)]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acero inoxidable austenítico grado 3xx y aleaciones de níquel N088xx [Notas (7) y (8)]	1	0,95	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73	0,68	0,64	0,59	0,55	0,5
Otros materiales [Nota (9)]

NOTAS GENERALES:

- (a) Los factores de reducción de solidez de soldadura a temperaturas por encima del límite superior de temperatura indicado en el Apéndice A para el metal base, o fuera del rango aplicable en la Tabla 302.3.5, son responsabilidad del diseñador. A temperaturas por debajo de aquellas en las que se indican los factores de reducción de solidez de soldadura, se deberá utilizar un valor de 1,0 para el factor W cuando se requiera; sin embargo, las reglas adicionales de esta tabla y las notas no son aplicables.
- (b) $T_G = 25$ °C (50 °F) por debajo de la temperatura que identifica el inicio de las propiedades variables en función del tiempo indicadas en "NOTAS: PROPIEDADES VARIABLES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO" (Txx) en las Notas de la Tabla 1A de la Parte D, Sección II, del Código BPV, para los metales base unidos por soldadura. Para los materiales no indicados en la Parte D, Sección II, del Código BPV, T_G deberá ser la temperatura en la que los criterios de la tasa de arrastre o ruptura por esfuerzo en los párrafos. 302.3.2(d)(4), (5) y (6) rigen el valor de esfuerzo permitido básico de los metales unidos por soldadura. Cuando los metales base difieren, se deberá utilizar el valor más bajo de T_G para la junta soldada.
- (c) T_i = temperatura, °C (°F), del componente para la condición de presión-temperatura de operación coincidente, i , en consideración.
- (d) **NOTA DE PRECAUCIÓN:** Son muchos los factores que pueden afectar la vida de una junta soldada a temperatura elevada. Todos esos factores no se pueden abordar en una tabla de factores de reducción de solidez de soldadura. Por ejemplo, los problemas de fabricación, como la desviación de una forma circular verdadera (por ejemplo, la formación de "picos" en las costuras longitudinales de la soldadura) o una deformación en la junta soldada, pueden aumentar el esfuerzo y, por consiguiente, reducir la vida útil. Se recomienda controlar estas desviaciones.

Fuente: ASME B31.3 (2010)

Anexo 17: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022

PESQUERA PLANTA MALABRIGO - PUERTO CHICAMA	ANÁLISIS QUÍMICOS																					
																			FECHA	15.06.2022		
																			M. PRIMA RECIBIDA		DÍA	-
																			TOTAL M. PRIMA RECIBIDA		NOCHE	1,760.015
																			M. PRIMA PROCESADA		DÍA	-
																			TOTAL M. PRIMA PROCESADA		NOCHE	-

		STEAM DRIED	
HARINA PRODUCIDA	DÍA	370.000	
	NOCHE	170.000	
TOTAL HARINA PRODUCIDA		540.000	
		540.000	

	Día	Noche	TOTAL	RENDIMIENTO
ACEITE PRODUCIDO PRODUCCION	31.000	27.500	58.500	3.82%
ACEITE PRODUCIDO PAMA	6.500	3.000	9.500	0.54%

PARAMETROS	Composito Día						Composito Noche						PONDERADO					
	%H	%G	%S	%Cenizas	%Proteinas	%Cloruros	%H	%G	%S	%Cenizas	%Proteinas	%Cloruros	%H	%G	%S	%Cenizas	%Proteinas	%Cloruros
MATERIA PRIMA RECIBIDA	76.57%	4.23%	19.20%	3.98%	15.22%	0.97%	76.57%	4.23%	19.20%	3.98%	15.22%	0.97%	76.57%	4.23%	19.20%	3.98%	15.22%	0.97%
CAKE DE PRENSA	44.55%	4.07%	51.38%				43.98%	3.65%	52.37%				44.27%	3.86%	51.87%			
CALDO DE PRENSA	86.65%	5.35%	8.00%				85.45%	6.55%	8.00%				86.05%	5.95%	8.00%			
CAKE DE SEPARADORA	63.82%	2.43%	33.75%				62.72%	2.60%	34.68%				63.27%	2.51%	34.22%			
CALDO SEPARADORA	87.65%	4.35%	8.00%				86.00%	6.00%	8.00%				86.83%	5.18%	8.00%			
AGUA DE COLA CENTRIFUGAS	91.55%	0.45%	8.00%				91.95%	0.35%	7.69%				91.75%	0.41%	7.84%			
LADOS CENTRIFUGAS	91.50%	0.50%	8.00%				91.07%	0.93%	8.00%				91.28%	0.72%	8.00%			
CONCENTRADO	61.00%	2.00%	37.00%				62.20%	1.80%	36.00%				61.60%	1.90%	36.50%			
ALIMENT. SECADORES ROTADISC	60.20%	3.45%	36.36%				59.48%	3.42%	37.10%				59.84%	3.43%	36.73%			
ALIMENT. SECADORES ROTATUBOS	44.23%		55.77%				42.90%		57.10%				43.57%	-	56.43%			
SCRAP SECADORES ROTATUBOS	12.62%		87.38%				11.49%		88.51%				12.05%	-	87.95%			
HARINA STEAM DRIED	7.48%	8.73%	82.78%	17.0%	86.30%	4.67%	7.03%	8.83%	84.14%	16.78%	88.88%	3.34%	7.26%	8.28%	83.48%	16.78%	88.88%	3.34%

SUPERVISOR ASEG. CALIDAD	JEFE ASEG. DE LA CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	SUPERINTENDENTE
--------------------------	--------------------------	--------------------	-----------------

Fuente: Reporte de producción de planta pesquera – Puerto Chicama. (2022)

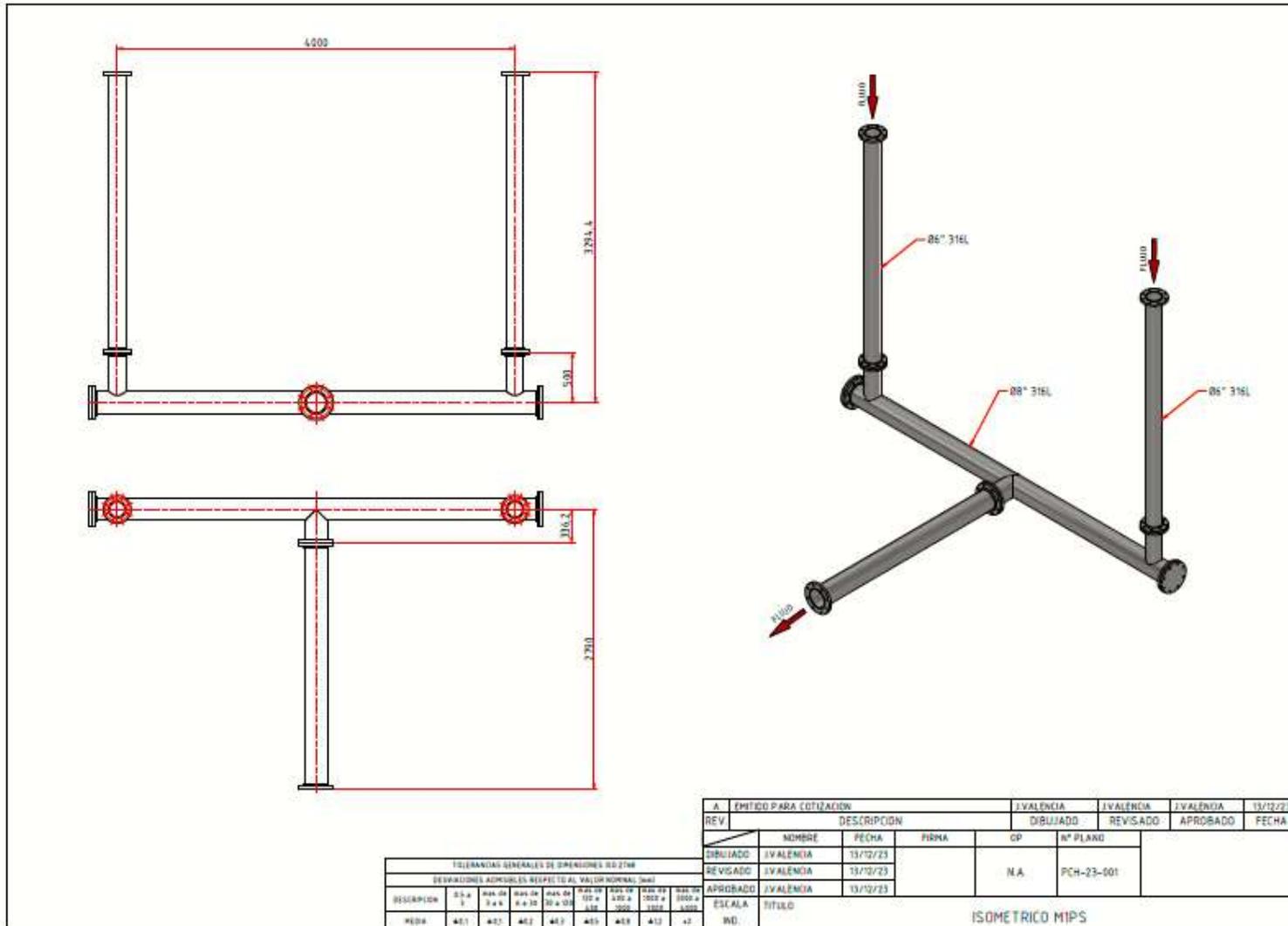
Anexo 18: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



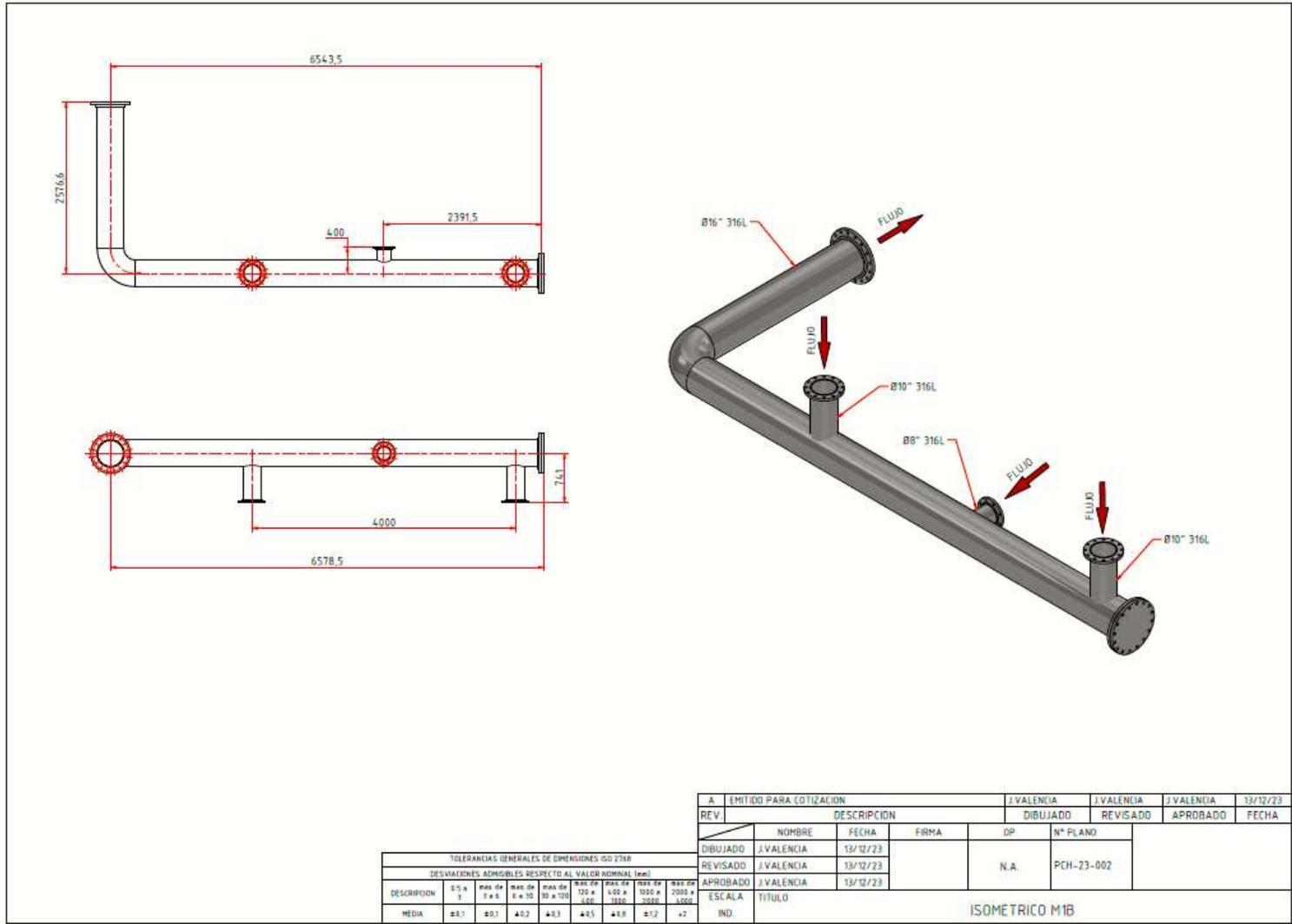
Fuente: BCRP Data. Gerencia Central de Estados Económicos. Extraído de:

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01503BM/html/2016-1/2016-1> (2023)

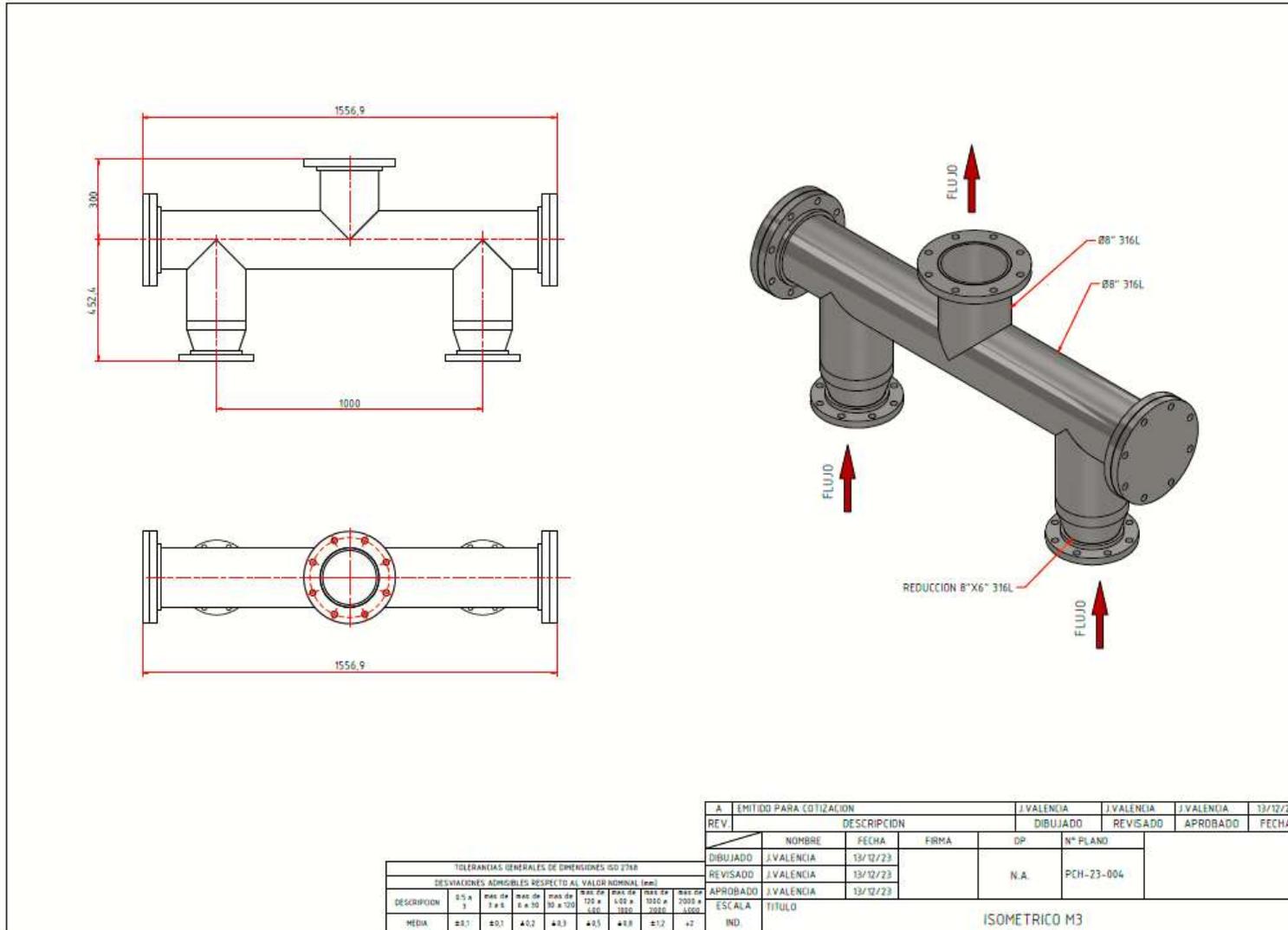
Anexo 19: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



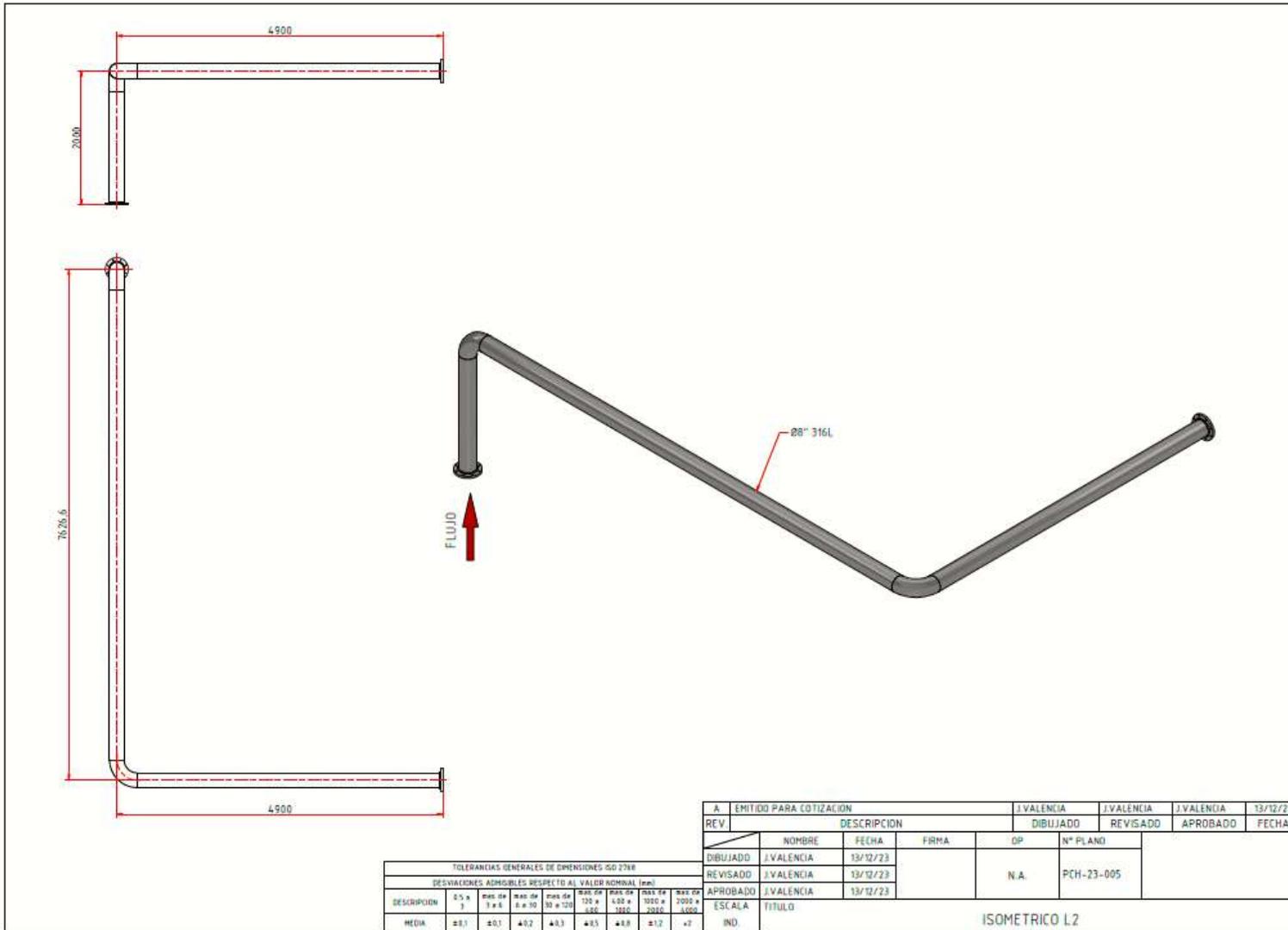
Anexo 20: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



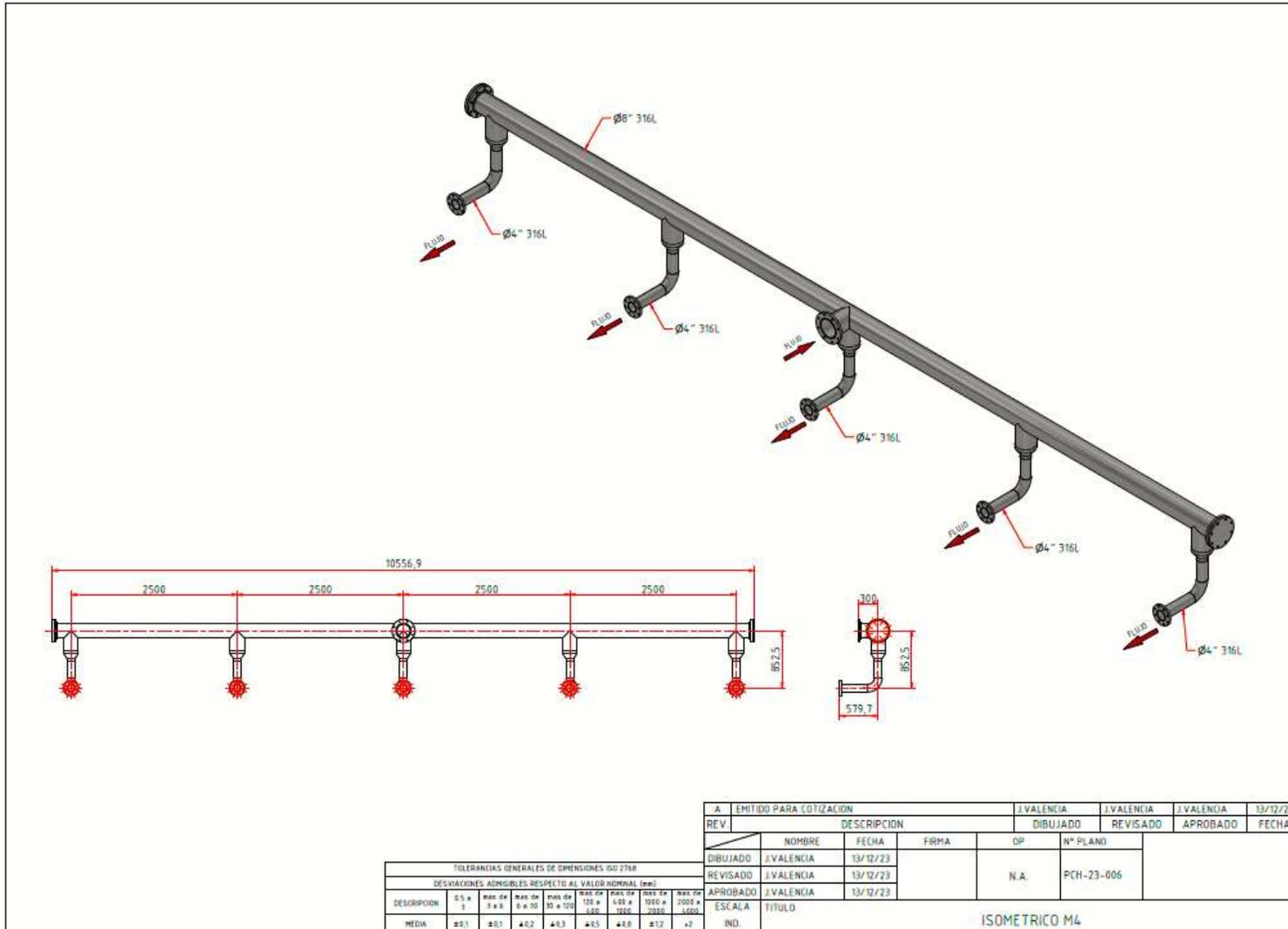
Anexo 22: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



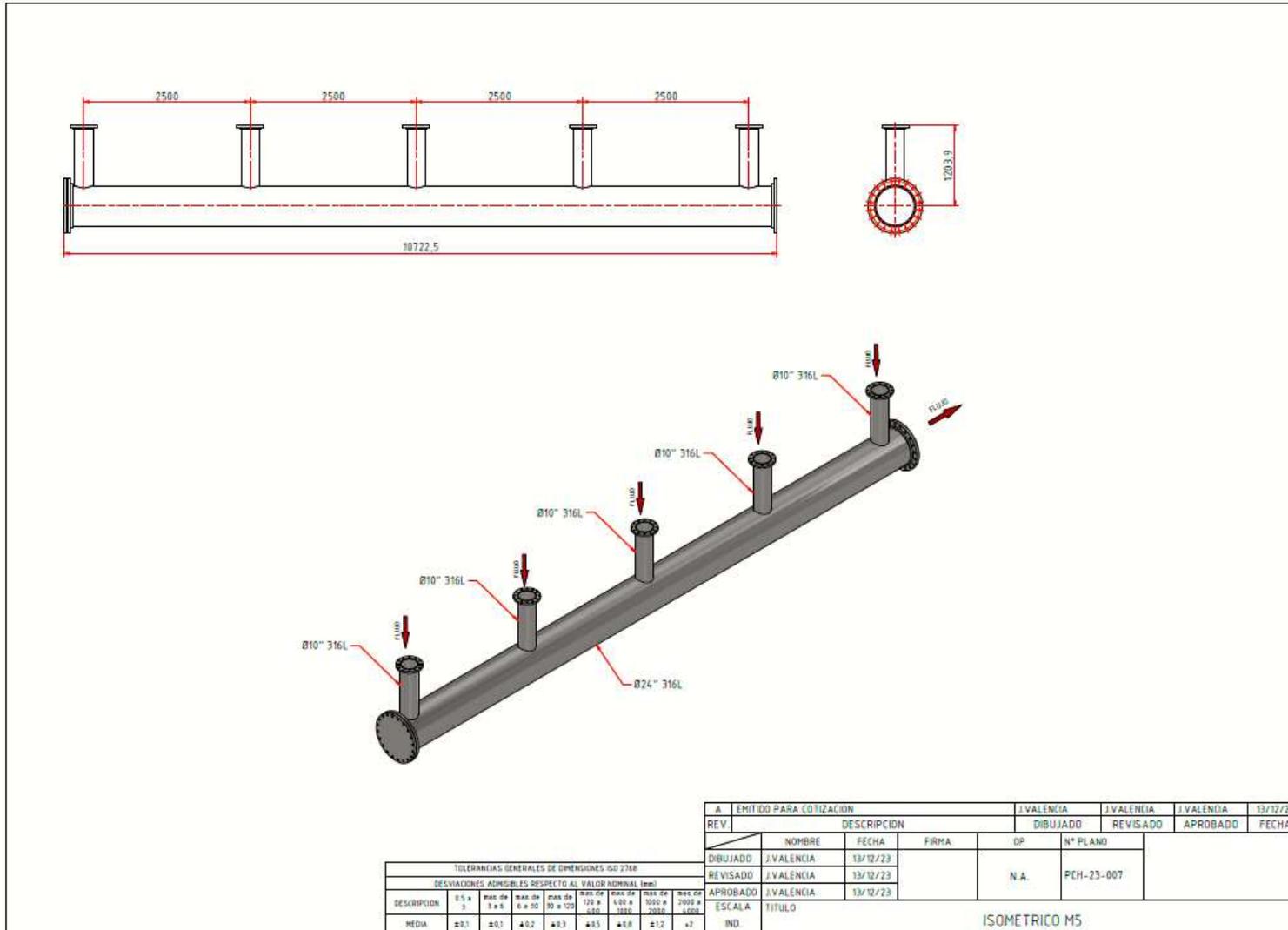
Anexo 23: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



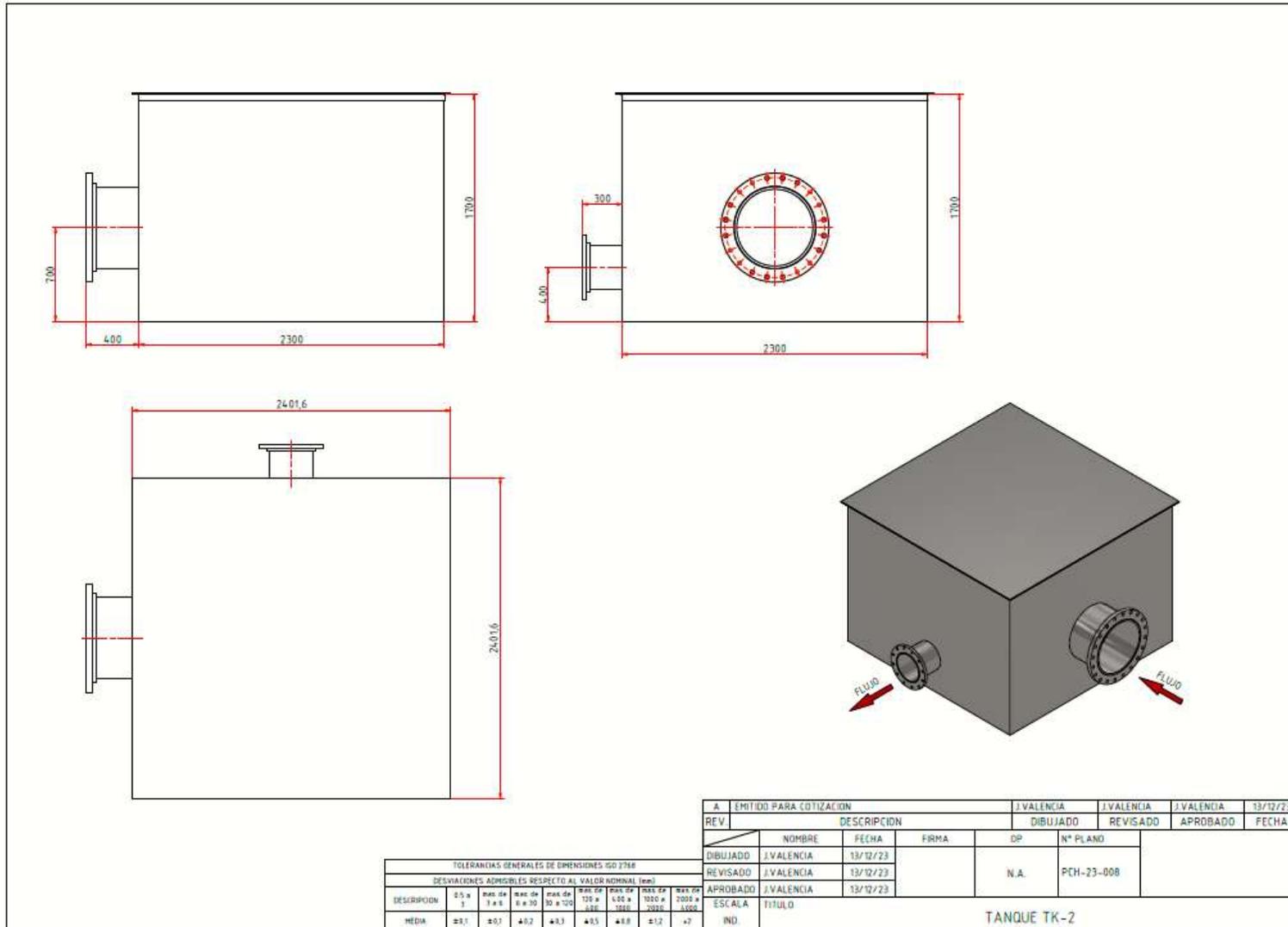
Anexo 24: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



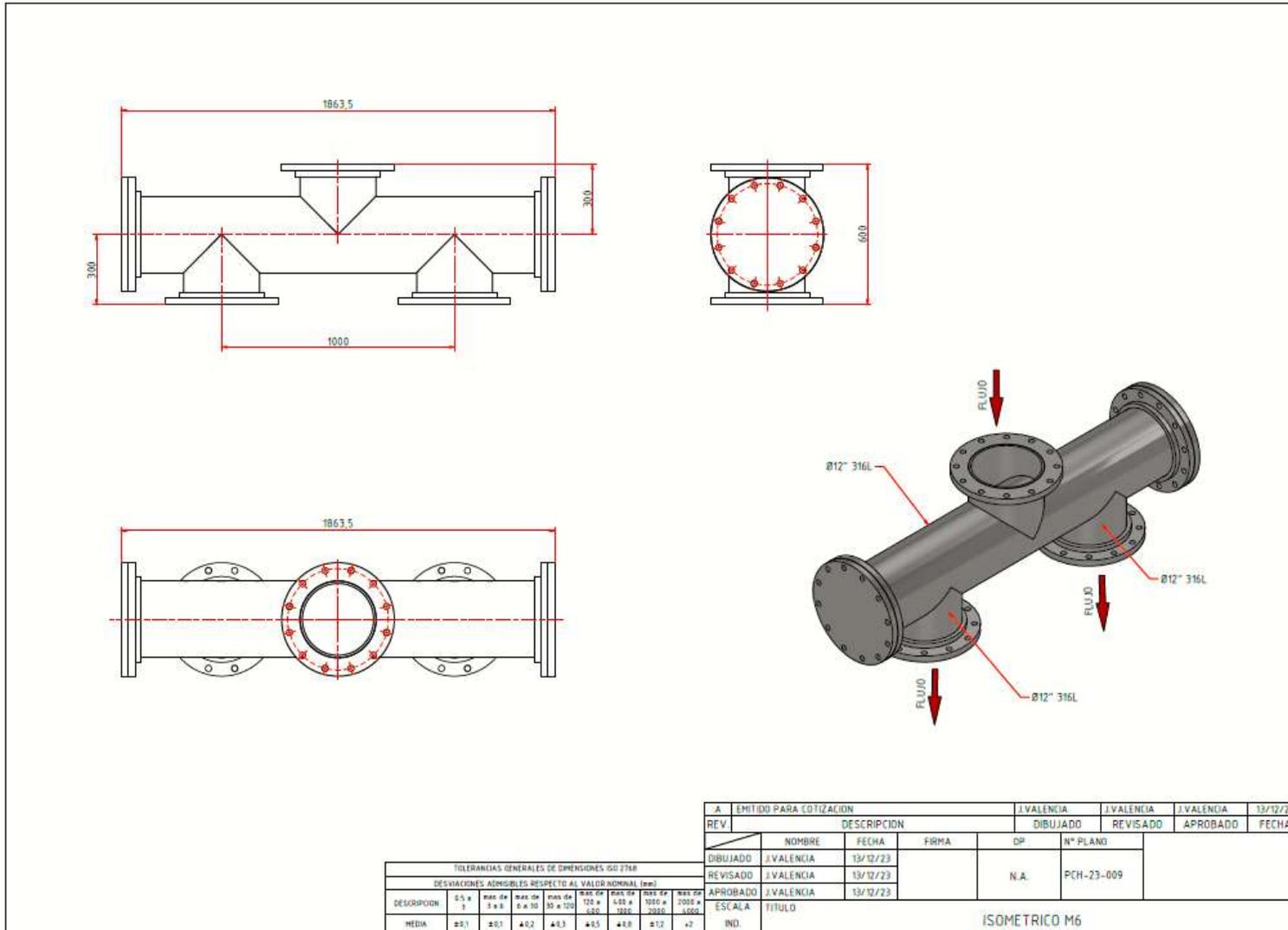
Anexo 25: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



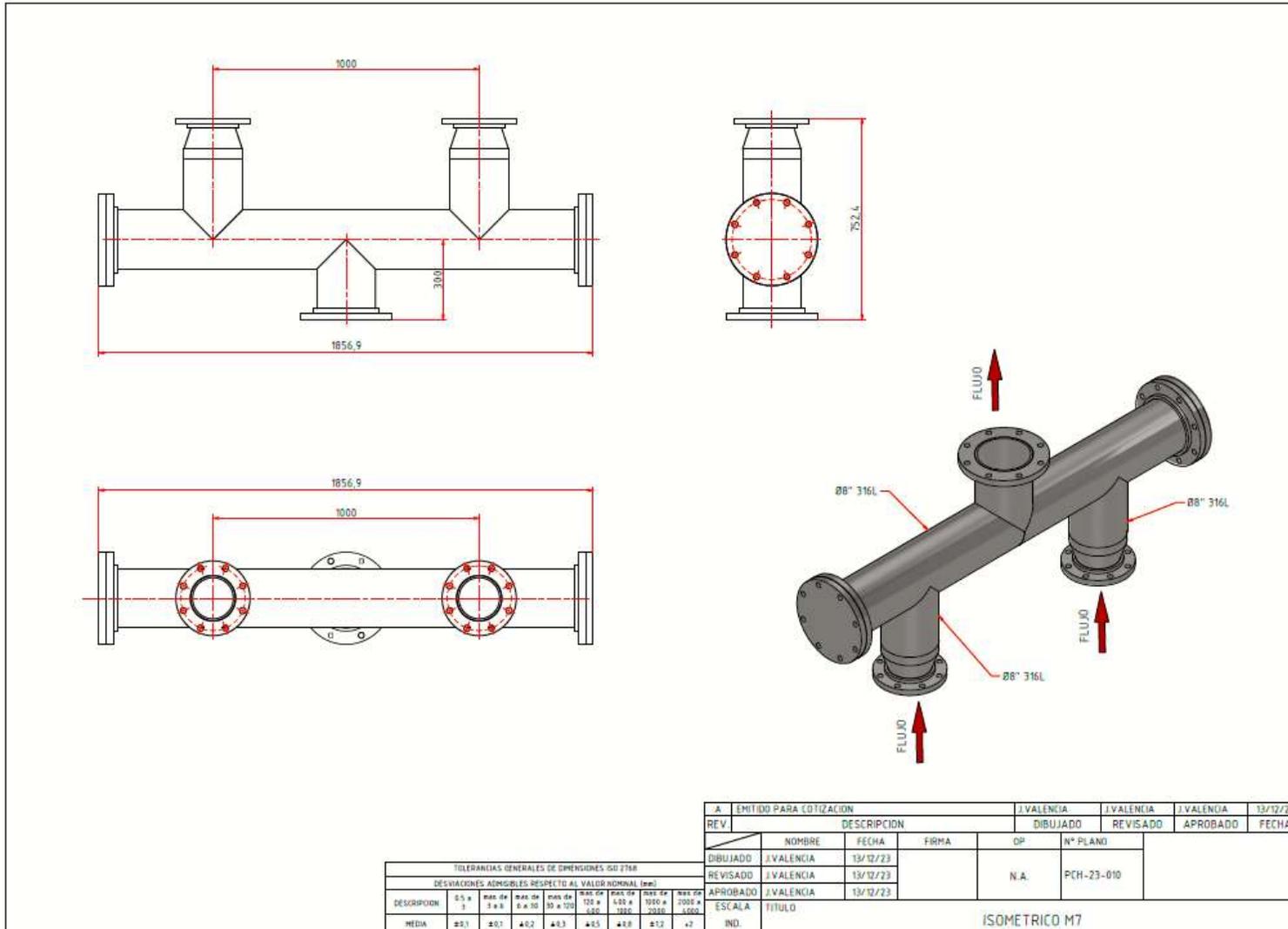
Anexo 26: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



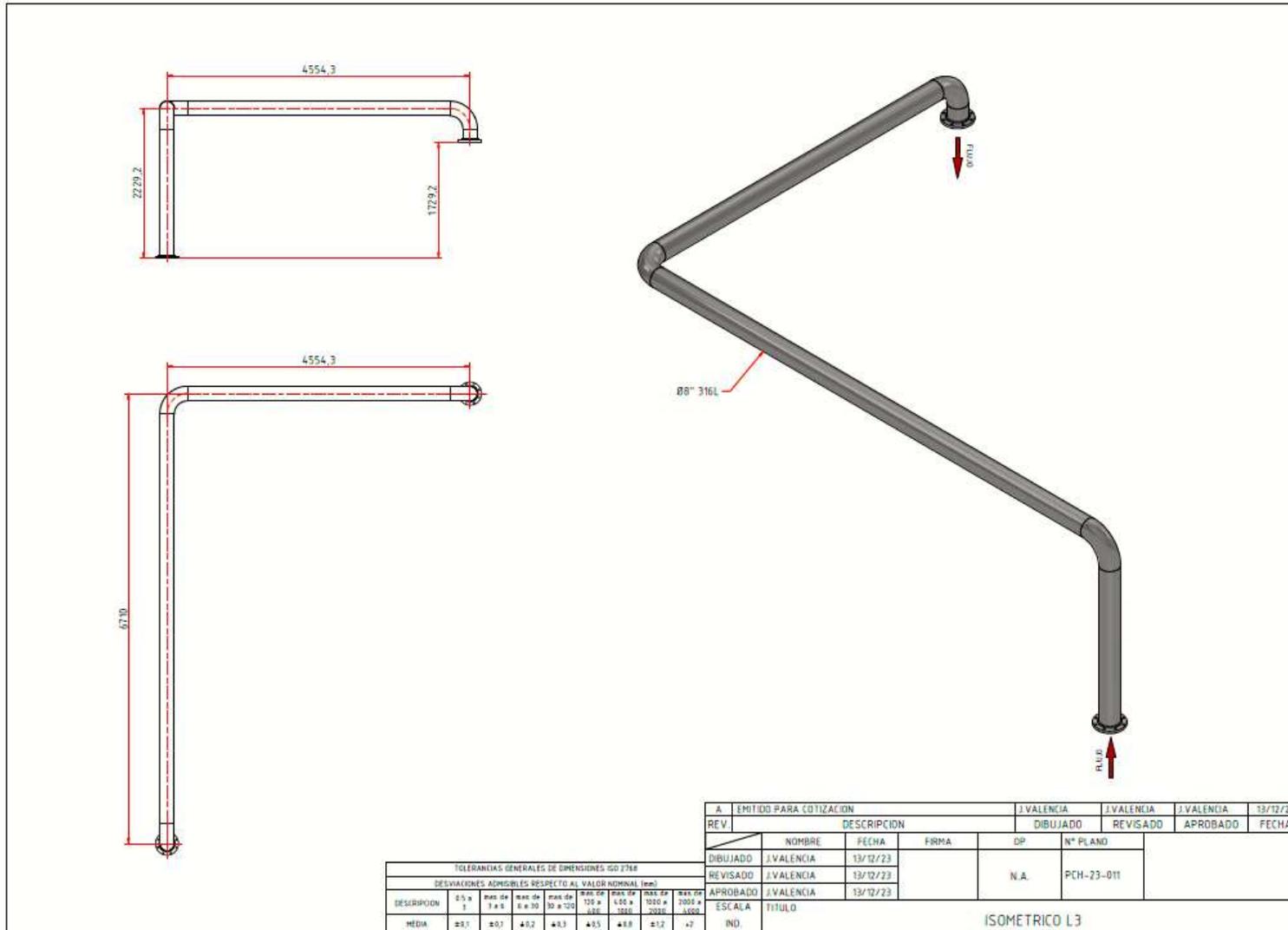
Anexo 27: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



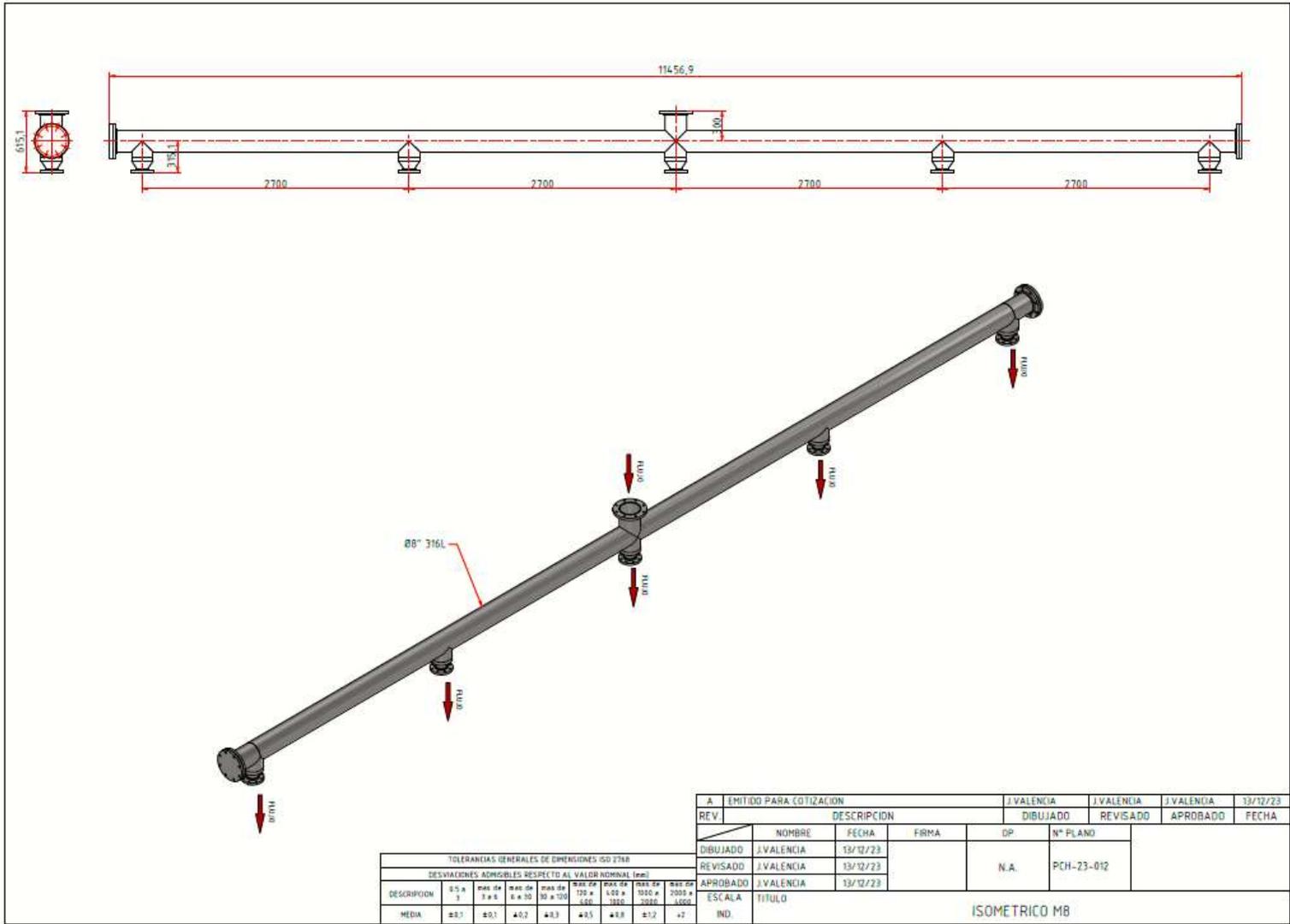
Anexo 28: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



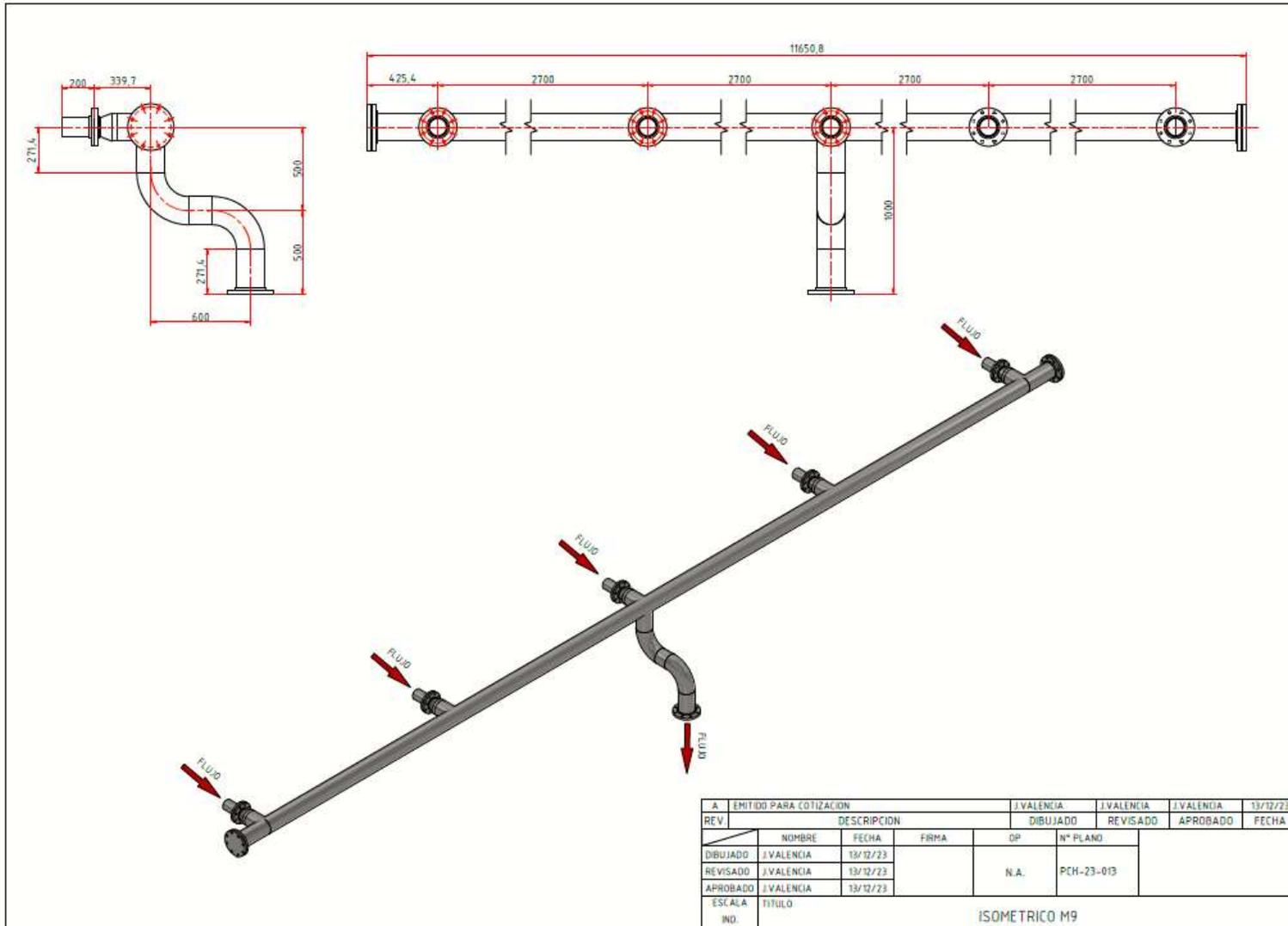
Anexo 29: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



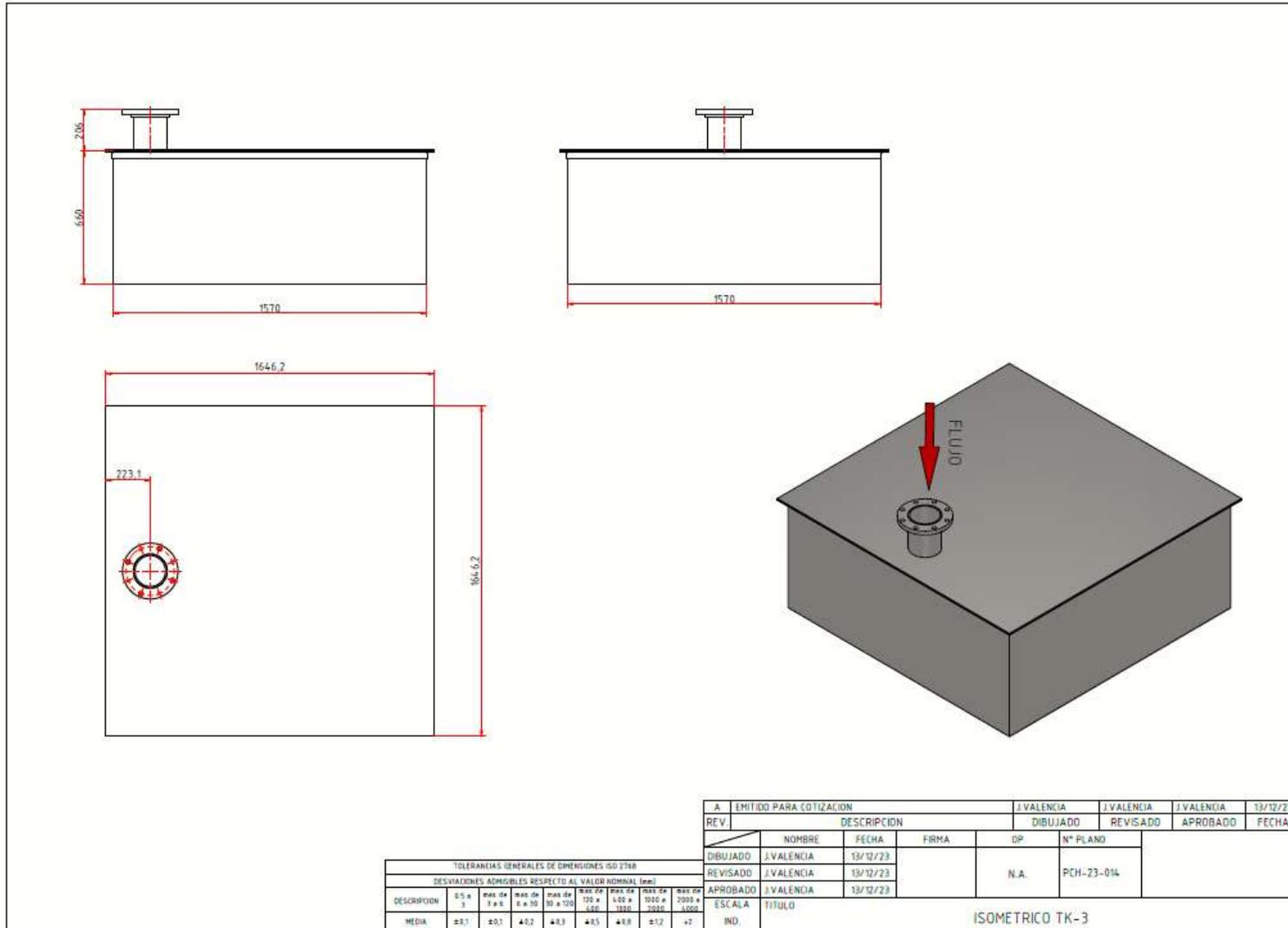
Anexo 30: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



Anexo 31: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



Anexo 32: Reporte de producción de planta de harina de pescado, 2022



TOLERANCIAS GENERALES DE DIMENSIONES ISO 2768						
DESVIACIONES ADMISIBLES RESPECTO AL VALOR NOMINAL (mm)						
DESCRIPCION	0.5 a 3	mas de 3 a 6	mas de 6 a 30	mas de 30 a 120	mas de 120 a 480	mas de 480 a 3000
MEDIA	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±1.2

A		EMITIDO PARA COTIZACION			J.VALENCIA	J.VALENCIA	J.VALENCIA	13/12/23
REV.	DESCRIPCION				DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	FECHA
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	DP	N° PLANO			
DIBUJADO	J.VALENCIA	13/12/23						
REVISADO	J.VALENCIA	13/12/23		N.A.	PCH-23-014			
APROBADO	J.VALENCIA	13/12/23						
ESCALA	TITULO							
IND.	ISOMETRICO TK-3							