

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS
INDUSTRIALES PARA UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE
LECHE DE SOYA DE 8 000 KG/H EN LA CIUDAD DE
COCHABAMBA - BOLIVIA”**

**Tesis presentada por el Bachiller
Raúl Alejandro Murray Rivera
Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico**

Asesor: Ing. Carlos Gordillo Andía

**AREQUIPA – PERÚ
2017**

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la dicha de tener la familia que tengo, el estudio que deseé y la oportunidad de ejercer la carrera que elegí.

A mi madre, Soledad Rivera de Murray, cuyo máximo sueño fue el verme convertido en profesional y ahora que lo he logrado, sé que a pesar de no estar físicamente presente, ella siente que su sueño está siendo realizado.

A mi padre, Raúl Murray Benavides, quien confió en mí y mediante un gran esfuerzo me permitió estudiar para llegar a ser un profesional y poder defenderme en la vida con el arma del conocimiento.

A mi tía, Luz Rivera Arce, que es mi madre de crianza, la que siempre me inculcó en sus enseñanzas el bien, la honradez, la honestidad, la humildad, el respeto y el temor a Dios los cuales siempre los pongo en práctica.

A mi hermana, Rosario Murray Rivera, quien siempre me motiva, aconseja y brinda su apoyo en todo momento, no dejándome nunca solo; la cual sacrificó sus estudios para que yo pueda seguir el mío.

A mi esposa, Cecilia Núñez Cárdenas, quien está conmigo en momentos buenos y malos y con su aliento constante me permitió culminar esta tesis y lograr ser el profesional que siempre quise ser.

A mis hijas, Diana e Isabella Murray Núñez, quienes me dan motivos para seguir siempre adelante y no dejarme vencer ante las adversidades que siempre

están presentes, su sola presencia me hace poner como objetivo llegar a ser grande y de que siempre estén orgullosas de quien soy.

A mis profesores, quien si su enseñanza, dedicación y motivación no hubiera sido posible lograr la meta de ser un profesional; agradezco de antemano de parte mía de y todas las promociones que ya lograron su objetivo de ser profesionales.



RESUMEN

La presente investigación versa sobre la diversificación de una Planta Industrializadora de Leche (PIL) que tradicionalmente tenía como materia prima a la leche de vaca y que estuvo abocado al procesamiento y transformación de dicha materia prima en diversos productos lácteos; y que decidió ampliar su base primigenia de leche vacuno hacia el grano de soya, para la producción de leche de soya y los productos lácteos derivados de la misma. En ese sentido, se tomó caso de estudio el de la empresa «PIL Andina S.A.», empresa que ya tiene instalado una planta de procesamiento de leche de soya en las instalaciones de la actual PIL – Cochabamba, capaz de procesar 4 000 kg/h; y que se propende a ampliar la capacidad de dicha planta de procesamiento hasta 8 000 kg/h.

En concordancia con lo señalado en el párrafo precedente, se desarrolló la presente investigación aplicada tipificada como explicativa, ya que explica el diseño e implementación de los servicios industriales para la planta de procesamiento de leche de soya en términos del análisis situacional para dicha planta de procesamiento. Por su parte el diseño que más se ajustó a la presente investigación fue el pre experimental.

Los resultados obtenidos dan cuenta que es factible el diseño e implementación de la planta en mención; y que, desde una perspectiva técnica y económica, dicho diseño y posterior implementación resultan siendo factibles de ser llevados a cabo.

Palabras clave: Leche de Soya, Planta Industrializadora de Leche (PIL), Servicios de Ingeniería, Diseño, Implementación.

ABSTRACT

The present research concerns the diversification of a Milk Industrialization Plant (PIL), which traditionally had cow's milk as its raw material, and which was used to process and process this raw material in various dairy products; And that it decided to expand its primary base of beef milk to the soybean, for the production of soy milk and the dairy products derived from it. In that sense, the case of the company "PIL Andina SA" was taken, a company that already has a soybean processing plant installed in the current PIL - Cochabamba facility, capable of processing 4,000 kg / h ; And that it is proposed to expand the capacity of the processing plant up to 8 000 kg / h.

In accordance with what was stated in the previous paragraph, the present applied research was developed as explanatory, since it explains the design and implementation of the industrial services for the soybean processing plant in terms of the situational analysis for said processing plant . For its part, the design that best fit the present research was the pre-experimental.

The results obtained indicate that the design and implementation of the plant in question is feasible; And that, from a technical and economic perspective, such design and subsequent implementation prove feasible to be carried out.

Key words: Soy Milk, Milk Industrialization Plant (PIL), Engineering Services, Design, Implementation.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.	
Resumen.	
Índice.	
Introducción.	
Capítulo I: Marco Metodológico.....	1
1.1. Reseña Histórica.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.	2
1.2.1. Descripción y análisis del tema.....	2
1.2.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Importancia y Justificación de la Investigación.	7
1.4.1. Importancia.....	7
1.4.2. Justificación.	7
1.5. Hipótesis.	8
1.5.1. Hipótesis general.	8
1.5.2. Hipótesis específicas.	8
1.6. Variables e Indicadores.....	9
1.6.1. Variables.....	9
1.6.2. Indicadores.	10

1.7. Tipo y Diseño de Investigación.....	14
1.7.1. Tipo.	14
1.7.2. Diseño.	14
1.8. Población y Muestra.....	14
1.9. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	15
1.9.1. Técnicas.	15
1.9.2. Instrumentos.	15
1.10. Marco Procedimental.	16
1.10.1. Procesamiento de la información.....	16
1.10.2. Análisis de datos.....	16
1.10.3. Interpretación de resultados.....	17
Capítulo II: Marco Teórico Referencial.	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases Teóricas	23
2.2.1. Soya	23
2.2.1.1. Características alimenticias.....	25
2.2.1.2. Producción.	29
2.2.1.3. Consumo.....	35
2.2.1.4. Productos derivados.....	36
2.2.2. Leche de soya.	38
2.2.2.1. Métodos para la obtención de leche de soya.....	40
2.2.2.2. Proceso productivo de la leche de soya	41
2.2.2.2.1. Limpieza	42
2.2.2.2.2. Lavado y Remojo	42
2.2.2.2.3. Escaldado y descascarillado	43

2.2.2.2.4. Cocción y molienda	43
2.2.2.2.5. Filtración	44
2.2.2.2.6. Homogenización	45
2.2.2.2.7. Envasado	47
2.2.2.2.8. Almacenamiento	48
2.2.3. Planta de procesamiento de leche de soya.....	48
2.2.3.1. Distribución de las áreas.	49
2.2.3.2. Ubicación de los elementos.....	50
2.2.3.3. Diagrama de operación y funciones.	52
2.2.4. Servicios industriales en una planta de procesamiento de leche de soya.	54
2.2.4.1. Sistema de vapor	54
2.2.4.1.1. Subsistema calderas.....	54
2.2.4.1.2. Subsistema de tuberías	55
2.2.4.1.3. Subsistema de válvulas	55
2.2.4.2. Sistema de agua potable	56
2.2.4.2.1. Subsistema tanque	56
2.2.4.2.2. Subsistema de tuberías	56
2.2.4.2.3. Subsistema de válvulas	57
2.2.4.2.4. Subsistema de bombas.....	57
2.2.4.3. Sistema de agua tratada	57
2.2.4.3.1. Subsistema zona de tratamiento de agua	57
2.2.4.3.2. Subsistema de tuberías	58
2.2.4.3.3. Subsistema de válvulas	58
2.2.4.3.4. Subsistema de bombas.....	58

2.2.4.4. Sistema de aire comprimido	59
2.2.4.4.1. Subsistema de compresor.....	59
2.2.4.4.2. Subsistema de tuberías	59
2.2.4.4.3. Subsistema de válvulas	60
2.2.4.5. Sistema de enfriamiento	60
2.2.4.5.1. Subsistema de enfriamiento de agua por amoniaco	60
2.2.4.5.2 Subsistema de agua helada.....	61
2.2.4.5.3. Subsistema de tuberías	61
2.2.4.5.4. Subsistema de válvulas	61
2.2.4.5.5. Subsistema de bombas.....	61
2.2.4.6. Sistema eléctrico	62
2.2.4.6.1. Subsistema de equipos eléctricos	62
2.2.4.6.2. Subsistema de iluminación.....	62
2.3. Definición de Términos Básicos	63
Capítulo III: Análisis del Proyecto.....	65
3.1. PIL Andina de Cochabamba.....	65
3.1.1. Ubicación.....	65
3.1.2. Áreas productivas	67
3.1.3. Organización.....	68
3.2. Análisis Situacional para la Planta de Procesamiento de Leche de Soya..	72
3.2.1. Análisis de Mercado.....	72
3.2.1.1. Definición del producto	72
3.2.1.2. Identificación del mercado objetivo.....	74
3.2.1.3. Análisis de oportunidad de expansión	74

3.2.1.4. Promoción del producto.....	80
3.2.1.5. Comercialización de la leche de soya.....	81
3.2.2. Análisis espacial.....	83
3.2.2.1. Terreno.....	83
3.2.2.2. Áreas.....	85
3.2.2.3. Accesos.....	85
3.2.2.4. Instalaciones.....	85
3.2.3. Análisis funcional.....	86
3.2.3.1. Lineamientos para la implementación.....	86
3.2.3.2. Consideraciones de funcionamiento.....	87
3.2.3.3. Consideraciones de parada.....	90
3.2.3.4. Lineamientos para el cierre de planta.....	91
Capítulo IV: Ingeniería del Proyecto.....	92
4.1. Línea de Base para la Propuesta.....	92
4.2. Diseño de la Propuesta.....	93
4.2.1. Diseño del sistema de vapor.....	94
4.2.1.1. Selección de la caldera.....	96
4.2.1.2. Selección de las tuberías de vapor.....	98
a.) Manifold de vapor.....	98
b.) Línea de vapor que va de la caldera al manifold de vapor.....	103
c.) Línea de vapor que va del manifold de vapor a la estación reductora de presión de la planta de soya.....	105
d.) Línea de vapor que va de la estación reductora de presión a la planta de leche de soya.....	106

e.) Línea de vapor que va a la zona de molienda.....	108
f.) Línea de vapor que va a la zona de desactivación enzimática	109
g.) Línea de vapor que va al módulo CIP	110
h.) Línea de vapor que va al tanque de bicarbonato de sodio	112
i.) Línea de vapor que va al mezclador agua-vapor.....	113
j.) Selección de la bomba de alimentación de agua a la caldera	115
4.2.1.3. Selección de las válvulas.....	127
4.2.2. Sistema de Agua Potable	128
4.2.2.1. Tanque	128
a.) Isométrico	129
4.2.2.2. Consumo de agua potable en planta	129
a.) Cleaning in place (CIP)	129
b.) Limpieza de pisos y lavatorio	129
4.2.2.3. Parámetros de cálculo de red de agua	129
a.) Presión.....	130
b.) Cálculo de la red.....	130
c.) Cálculo de pérdida de carga reservorio – tanque pulmón	131
d.) ΔP_v = Pérdida de carga en tubería.....	134
e.) ΔP_r = Pérdida de carga en accesorios.....	135
e-1) 9 codos de 90°	135
e-2) 2 válvulas de bola de 4”	135

e-3) Manifold	135
4.2.2.4. Cálculo y selección de la bomba	136
4.2.2.5. Cálculo de la pérdida de carga del tanque pulmón al CIP (ΔP_v)	139
4.2.3. Sistema de Agua Tratada	140
4.2.3.1. Filtros	140
4.2.3.1.1. Filtro de arena	140
4.2.3.1.2. Filtro de carbón activado	140
4.2.3.1.3. Ablandador	140
a.) Isométrico	140
4.2.3.2. Parámetro de cálculo de red de agua para producción.141	
a.) Presión	141
b.) Cálculo de la red.....	141
c.) Cálculo de pérdida de carga reservorio – sala de procesos	142
d.) ΔP_v = Pérdida de carga en la tubería	143
e.) ΔP_r = Pérdida de carga accesorios.....	144
e-1) 12 codos de 90°	144
e-2) 2 válvulas de bola de 4"	144
e-3) Manifold	144
e-4) Pérdida de carga en el tratamiento	144
4.2.3.3 Cálculo y selección de la Bomba	145
4.2.4. Sistema de aire comprimido.....	148
4.2.4.1. Diseño del suministro de aire comprimido a la planta de leche de soya	148

a.) Sistema de suministro de aire	149
b.) Longitud de la tubería de conducción de aire comprimido	151
4.2.4.2. Cálculo de la instalación de aire comprimido	152
4.2.4.3. Dimensionamiento de las tuberías.....	152
4.2.4.4. Dimensionamiento de los diámetros de las tuberías.....	153
4.2.4.5. Diámetros de las tuberías de acometida.....	155
4.2.4.6. Cálculo de pérdidas de carga	156
4.2.4.7. Selección del compresor	157
a.) Consumos	157
b.) Coeficiente de uso (C_u)	157
c.) Panel de control	158
d.) Cleaning in place (CIP)	158
e.) Coeficiente para futuras ampliaciones (C_{MA}).....	158
f.) Coeficiente por fugas (C_{mf})	158
g.) Coeficiente del ciclo de funcionamiento del compresor (C_{cc})	158
h.) Coeficiente de simultaneidad (C_s).....	159
4.2.4.8 Cálculo del consumo habitual de la instalación en condiciones normales de presión.....	160
4.2.4.9 Caudal que debe producir el compresor	160
4.2.4.10 Cálculo del volumen del tanque del compresor	161
4.2.5. Sistema de Enfriamiento.	164
4.2.5.1. Refrigeración por amoníaco.....	164
4.2.5.2. Sistema de agua helada	164

4.2.5.3. Volumen de agua fría en el banco de hielo destinado a la planta de soya	165
a.) Temperatura del agua helada	165
b.) Datos técnicos planta de refrigeración de amoniaco (NH ₃)	165
c.) Consumo de agua helada en planta.....	166
4.2.5.4 Red de agua del banco de hielo a la planta de proceso de soya	167
a.) Isométrico red de agua helada.....	167
b.) Cálculo de red	167
c.) Cálculo de pérdida de carga banco de hielo – equipo de desactivación enzimática	168
d.) Rugosidad relativa	170
e.) ΔP_v = Pérdida de carga en la tubería	171
f.) ΔP_r = Pérdida de carga en accesorios.....	172
f-1) 12 codos de 90°	172
f-2) 2 válvulas de bola de 4"	172
4.2.5.5. Cálculo y selección de la bomba	175
4.2.6. Requerimientos de potencia eléctrica.	179
Capítulo V: Evaluación Económica.	180
5.1. Consideraciones Generales.	180
5.2. Consideraciones específicas.....	180
5.2.1. Producto	180
5.2.2. Mercado.....	180
5.2.3. Precio de venta por litro	180

5.2.4. Costos de producción	180
5.2.5. Otros costos y gastos	181
5.2.6. Ventas netas	181
5.2.7. Margen de utilidad	181
5.2.8. Flujo neto de caja anual	181
5.3. Flujo de caja anual proyectado.....	182
5.3.1. Determinación del monto de inversión inicial	182
5.3.2. Equipo de almacenaje y envasado	183
5.3.3. Obra civil.....	183
5.3.4. Bienes raíces	184
5.3.5. Valor de rescate.....	184
5.4. Cálculo de los indicadores de evaluación.....	184
5.4.1. Cálculo del valor actual neto (VAN)	184
5.4.2. Cálculo de la tasa interna de rendimiento = r	184
5.5. Conclusión	185
Conclusiones.	186
Recomendaciones.	187
Bibliografía	188
Anexos	

INTRODUCCIÓN

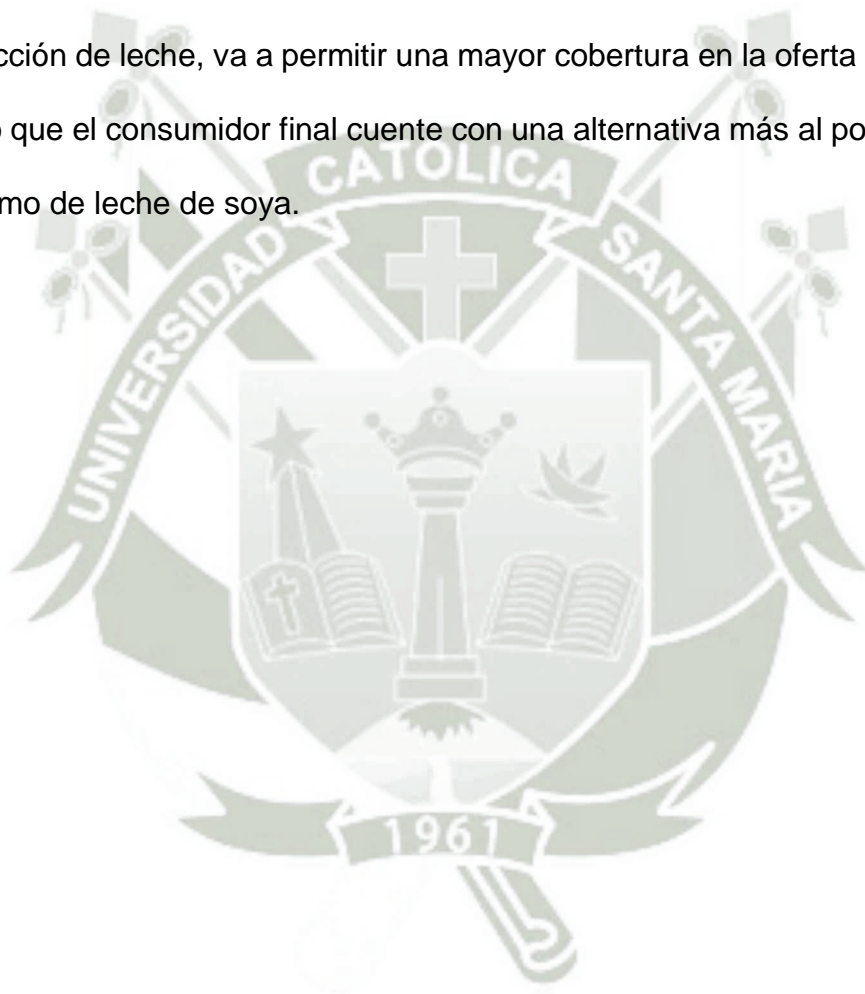
La implementación de una planta de procesamiento de leche de soya, requiere del diseño e instalación de los servicios industriales necesarios y suficientes para que dicha planta pueda funcionar; para tal efecto, se requiere diseñar e implementar un conjunto de servicios industriales tales como: sistema de vapor, sistema de agua potable, sistema de agua tratada, sistema de aire comprimido, sistema de enfriamiento y el sistema eléctrico para la planta.

La empresa «PIL Andina S.A.» de Cochabamba tradicionalmente ha usado como materia prima la leche de vaca, pero, estudios de mercado que propendían a buscar mecanismos justificatorios para el crecimiento y diversificación de la empresa «PIL Andina S.A.» de Cochabamba, dieron como resultado la factibilidad de ampliar la matriz primigenia hacia el grano de soya, sin perder el carácter productivo que reviste a la empresa, conocida por lanzar al mercado una variedad de productos lácteos.

Ante la necesidad de contar con un estudio de sustento para concretar en la realidad los resultados favorables obtenidos para el crecimiento y diversificación de «PIL Andina S.A.» de Cochabamba, se plantea la presente investigación que lleva por título “Diseño e Instalación de los Servicios Industriales para una Planta de Procesamiento de Leche de Soya de 8000 Kg/h en la Ciudad de Cochabamba – Bolivia”; para tal efecto nos propusimos como objetivo: Diseñar e instalar los servicios industriales para una planta de procesamiento de leche de soya de 8000 kg/h a establecerse en la empresa «PIL Andina S.A.» de Cochabamba – Bolivia.

La presente investigación es importante ya que se enmarca dentro de los requerimientos de crecimiento y diversificación de la empresa «PIL Andina S.A.»

de Cochabamba; en ese sentido, se prevé la ampliación de la matriz primigenia que hasta ahora sólo considera a la leche de vaca; además, la diversificación de los rubros actuales no será en cuanto a nuevos productos, sino en base a la materia prima del producto, es decir, la denominación actual no cambiará, sólo se le añadirá la denominación de la materia prima. Por otro lado, la presente investigación es importante, ya que en el futuro se espera réditos económicos provenientes de dicha diversificación; además, la puesta en marcha de la planta procesadora de soya para la producción de leche, va a permitir una mayor cobertura en la oferta del producto, logrando que el consumidor final cuente con una alternativa más al poder optar por el consumo de leche de soya.



MARCO METODOLÓGICO

Capítulo 1

1.1. Reseña Histórica

La Planta Industrializadora de Leche de Cochabamba (PIL-Cochabamba) fue creada y constituida como empresa estatal el 16 de mayo de 1960, dicha planta llegó a producir una media de 40 000 l/día de leche; además de la planta de la ciudad de Cochabamba – Bolivia, la cual nació siendo una empresa estatal, se construyeron otras plantas en las ciudades de La Paz, Santa Cruz, Sucre y Tarija.

El 12 de septiembre de 1996 la Planta Industrializadora de Leche – Cochabamba (PIL-Cochabamba) fue privatizada, pasando a manos del grupo peruano GLORIA S.A. cambiando de razón social, llamándose desde entonces hasta la actualidad «PIL ANDINA S.A.». En el proceso de privatización también fueron adquiridas por el grupo GLORIA S.A. las plantas lecheras de la ciudad de La Paz y Santa Cruz de la Sierra.

En la actualidad, la capacidad de procesamiento y producción de las diversas plantas industrializadoras de leche en las diversas ciudades bolivianas, las cuales están bajo régimen de gestión privado, asciende a: 200 000 l/día de leche en la planta de Cochabamba, 60 000 l/día en la planta de La Paz, y, 400 000 l/día en la planta de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

1.2. Planteamiento del Problema.

1.2.1. Descripción y análisis del tema.

Merced a las constantes inversiones para el crecimiento y diversificación de sus productos, «PIL ANDINA S.A.» realizó un estudio de mercado para incursionar en el mercado de la leche de soya, obteniendo los siguientes resultados:

- Las ventas de «Leche de Soya Nordland» (producido por la empresa Alimentos Alfa) en Cochabamba, ascienden aproximadamente a 3,8 millones de litros anuales (aproximadamente 10 500 litros diarios), ocupando el 25% del mercado de leches fluidas frescas.
- La empresa «Alimentos Alfa» no cuenta con tecnología UHT¹, lo cual ha limitado su mercado a Cochabamba. En La Paz, la participación de mercado es de apenas 0.09%, por lo que se puede apreciar un mercado potencial de casi 30 000 litros de leche de soya a nivel nacional.
- «Alimentos Alfa» elabora su producto en base a la técnica tradicional, lo que produce un sabor «afrijolado», y un amargor de fondo. Ahora, del mercado actual de soya, el 75% es leche de soya saborizada, ya que la leche de soya natural es poco consumida por su sabor característico, al contrario de lo que ocurre con la leche de vaca, en que la situación es la inversa.

¹ La ultrapasteurización o uperización, es un proceso térmico que se utiliza para reducir en gran medida el número de microorganismos presentes en alimentos como la leche o los zumos, cambiando su sabor y sus propiedades nutricionales en mayor o menor medida, dependiendo del alimento. En la actualidad, el mercado ofrece varias tecnologías UHT diferentes para la producción lechera a temperatura ambiente.

- El municipio de La Paz pide leche de soya un día a la semana (172000 raciones/día, 180 ml = 30 960 litros por día de atención).
- A la leche de soya se le considera como una alternativa de bajo costo, con respecto a la leche de vaca, pero a la vez, como un alimento saludable y distinto; las causas para ello son el sabor del producto actual, así como su precio que es el 50% del precio de la leche de vaca.
- Adicionalmente en el mercado cochabambino existe refresco ADES (UNILEVER - Best Foods), producido también con leche de soya y jugo de frutas, que vende aproximadamente 4 000 litros al día.

Teniendo en cuenta los resultados presentados (*supra*) y otras consideraciones y resultados favorables a la iniciativa de diversificación, la empresa «PIL Andina S.A.» decidió implementar una planta de procesamiento de leche de soya capaz de procesar 4 000 kg/h de soya en las instalaciones de la planta PIL – Cochabamba. En la actualidad, la planta que viene funcionando desde el año 2006 resultó siendo insuficiente y requiere una ampliación en su capacidad de producción; en ese sentido, se vuelve de imperiosa necesidad el diseño e implementación de los servicios industriales para la planta ampliada a una capacidad de 8 000 kg/h.

1.2.2. Formulación del problema.

Los servicios industriales constituyen aquellas máquinas, equipos, dispositivos y componentes que en forma conjunta son capaces de realizar procesos industriales definidos. Entre los principales servicios industriales

destacan: incineradores, plantas de aire y gases inertes, sistemas de calderas, refrigeración, chimeneas, calentadores de fluidos térmicos, torres de enfriamiento, planta de tratamiento de agua, planta de tratamientos agua residual doméstica, planta de tratamientos de agua industrial, desionizadores y desmineralizadores, planta eléctrica, mechorrio, etc.

En la implementación de las plantas industriales, por ejemplo, para una planta de procesamiento de leche de soya, se requiere del diseño e instalación de los servicios industriales necesarios y suficientes para que dicha planta pueda moldear, modificar o transformar la materia prima en un producto final deseado. En el caso de la soya como materia prima, la producción industrial de leche de soya requiere un conjunto de servicios industriales tales como: sistema de vapor, sistema de agua potable, sistema de agua tratada, sistema de aire comprimido, sistema de enfriamiento y el sistema eléctrico para la planta.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas (*supra*), desde una perspectiva general, el problema objeto de estudio fue formulado en los términos siguientes:

¿Cuál es el diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar los servicios industriales para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h a establecerse en la empresa «PIL ANDINA S.A.» de Cochabamba – Bolivia?

Para dar respuesta a la pregunta general formulada, se consideraron aspectos específicos del problema objeto de estudio; en ese sentido, el problema se formuló en términos de los denominados problemas específicos que se expresaron a través de interrogantes específicas que daban cuenta de un

determinado aspecto del problema en estudio; dichas interrogantes específicas fueron las siguientes:

PE₁: ¿Cuál es el diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar el sistema de vapor para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h?

PE₂: ¿Cuál es el diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar el sistema de agua potable para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h?

PE₃: ¿Cuál es el diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar el sistema de agua tratada para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h?

PE₄: ¿Cuál es el diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar el sistema de aire comprimido para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h?

PE₅: ¿Cuál es el diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar el sistema de enfriamiento para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h?

PE₆: ¿Cuál es la potencia eléctrica de diseño adecuado y qué procedimiento se debe seguir para implementar el sistema eléctrico para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h?

PE₇: ¿Qué resultados nos reporta la evaluación económica de la propuesta?

1.3. Objetivos de la Investigación

Los objetivos o elementos programáticos que identificaron la finalidad hacia la cual se orientó los propósitos de la investigación, los cuales fueron concordantes con la formulación del problema, se plantearon en los términos que prosiguen.

1.3.1. Objetivo general.

Diseñar e implementar los servicios industriales para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h a establecerse en la empresa «PIL ANDINA S.A.» de Cochabamba – Bolivia.

1.3.2. Objetivos específicos.

OE₁: Diseñar e implementar el sistema de vapor para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

OE₂: Diseñar e implementar el sistema de agua potable para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

OE₃: Diseñar e implementar el sistema de agua tratada para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

OE₄: Diseñar e implementar el sistema de aire comprimido para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

OE₅: Diseñar e implementar el sistema de enfriamiento para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

OE₆: Diseñar e implementar la potencia eléctrica adecuada para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

OE₇: Evaluar económicamente la propuesta.

1.4. Importancia y Justificación de la Investigación.

1.4.1. Importancia.

La presente investigación es importante para la empresa ya que se prevé la diversificación de los rubros actuales y se espera réditos económicos provenientes de dicha diversificación; además, la puesta en marcha de la planta procesadora de soya para la producción de leche, va a permitir una mayor cobertura en la oferta del producto, logrando que el consumidor final cuente con una alternativa más al optar por el consumo de leche de soya.

1.4.2. Justificación.

Desde el punto de vista práctico, la presente investigación fue necesaria porque estuvo orientada a diseñar e implementar los servicios industriales para la planta procesadora de leche de soya con la finalidad de lograr la diversificación empresarial en «PIL Andina S.A.» de Cochabamba; para tal efecto se puso en práctica los conocimientos adquiridos en la formación profesional de mi persona, egresado de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales de la Universidad Católica de Santa María, autor de la presente investigación en desarrollo.

Desde el punto de vista teórico, a través del presente trabajo de investigación se buscó contribuir con la sistematización de los enfoques teóricos referidos a la

diversificación en una planta procesadora de alimentos, en este caso el de una planta industrializadora de leche «PIL Andina S.A.», y los servicios industriales suficientes y necesarios para tal cometido.

Desde el punto de vista metodológico, el presente trabajo de investigación presenta una metodología o procedimiento a seguirse para diseñar e instalar en una planta de procesamiento de granos de soya para la producción de leche, los servicios industriales.

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis general.

El diseño e implementación de los servicios industriales para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h, permitirá la producción de leche de soya en la empresa «PIL Andina S.A.» de Cochabamba – Bolivia.

1.5.2. Hipótesis específicas.

HE₁: Es factible el diseño e implementación del sistema de vapor para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

HE₂: Es factible el diseño e implementación del sistema de agua potable para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

HE₃: Es factible el diseño e implementación del sistema de agua tratada para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

HE₄: Es factible el diseño e implementación del sistema de aire comprimido para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

HE₅: Es factible el diseño e implementación del sistema de enfriamiento para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

HE₆: Es factible el diseño e implementación de la potencia eléctrica adecuada para una planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 kg/h.

HE₇: La evaluación económica de la propuesta ofrece perspectivas favorables para la empresa.

1.6. Variables e Indicadores.

1.6.1. Variables.

El problema objeto de estudio relacionó tres variables interactuando en forma transicional y definida de la siguiente manera:

- **Primera variable (Variable X):** Análisis situacional para la planta de procesamiento de leche de soya.
- **Segunda variable (Variable Y):** Diseño de los servicios industriales para la planta de procesamiento de leche de soya.
- **Tercera variable (Variable Z):** Instalación de la propuesta.

La relación entre las variables objeto de estudio de la presente investigación se esquematizó o representó de acuerdo a la siguiente figura:

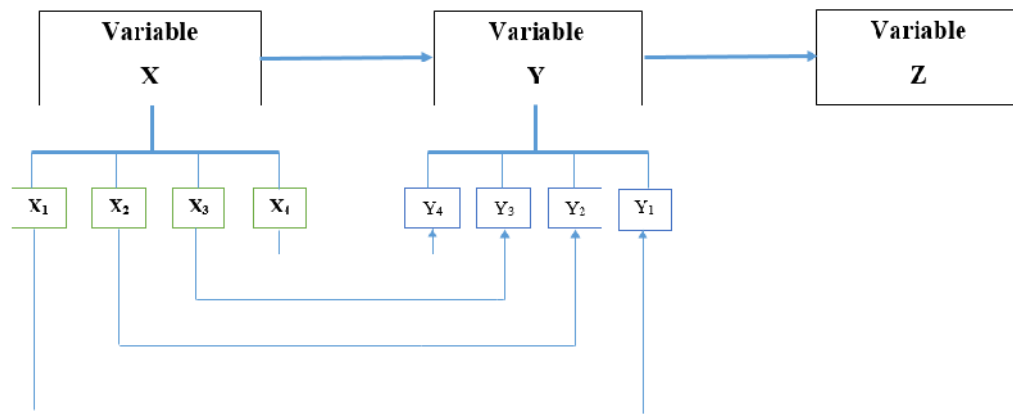


Figura 1. Relación entre las variables de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede ver que la Variable Y aparece como consecuencia inmediata de establecer la Variable X (Relación de consecuencia en función a propósitos definidos). La Variable Z es consecuencia de la Variable Y. Por otro lado, la Variable X y Variable Z tienen una relación transicional, teniendo como variable transicional a la Variable Y.

1.6.2. Indicadores.

Los indicadores considerados para la denominada «Variable X», la cual con fines académicos se definió como «Análisis situacional para la planta de procesamiento de leche de soya», son los siguientes:

Análisis de Mercado:

- X₁:** Definición del producto.
- X₂:** Identificación del mercado objetivo.
- X₃:** Estudio de la demanda.
- X₄:** Estudio de la oferta.
- X₅:** Promoción del producto.

X₆: Comercialización de la leche de soya.

Análisis Espacial:

X₇: Terreno.

X₈: Áreas.

X₉: Accesos.

X₁₀: Instalaciones.

Análisis Funcional:

X₁₁: Lineamientos para la implementación.

X₁₂: Consideraciones de funcionamiento.

X₁₃: Consideraciones de parada.

X₁₄: Lineamientos para el cierre de planta.

Los indicadores considerados para la denominada «Variable Y», la cual con fines académicos se definió como «Diseño de los servicios industriales para la planta de procesamiento de leche de soya», son los siguientes:

Diseño del sistema de vapor:

Y₁: Diseño de las calderas.

Y₂: Diseño de las tuberías de vapor.

Y₃: Selección de las válvulas.

Y₄: Selección de los accesorios complementarios.

Diseño del sistema de agua potable:

Y₅: Diseño del tanque.

Y₆: Diseño de las tuberías.

Y₇: Selección de las válvulas

Y₈: Selección de las bombas.

Y₉: Selección de los accesorios complementarios.

Diseño del sistema de agua tratada:

Y₁₀: Selección de filtros.

Y₁₁: Diseño de las tuberías.

Y₁₂: Selección de válvulas.

Y₁₃: Selección de bombas.

Diseño del sistema de aire comprimido:

Y₁₄: Diseño del compresor.

Y₁₅: Diseño de las tuberías.

Y₁₆: Selección de válvulas.

Diseño del sistema de enfriamiento:

Y₁₇: Diseño del sistema de refrigeración por amoníaco.

Y₁₈: Diseño del sistema de agua helada.

Y₁₉: Diseño de las tuberías.

Y₂₀: Selección de válvulas.

Y₂₁: Selección de bombas.

Diseño del sistema eléctrico:

Y₂₂: Cálculo de la potencia de las máquinas eléctricas.

Y₂₃: Iluminación de la planta en estudio.

Los indicadores considerados para la denominada «Variable Z», la cual con fines académicos se definió como «Instalación de la propuesta», son los siguientes:

Sistema de vapor:

Z₁: Lineamientos técnicos.

Z₂: Justificación económica.

Sistema de agua potable:

Z₃: Lineamientos técnicos.

Z₄: Justificación económica.

Sistema de agua tratada:

Z₅: Lineamientos técnicos.

Z₆: Justificación económica.

Sistema de aire comprimido:

Z₇: Lineamientos técnicos.

Z₈: Justificación económica.

Sistema de enfriamiento:

Z₉: Lineamientos técnicos.

Z₁₀: Justificación económica.

Sistema eléctrico:

Z₁₁: Lineamientos técnicos.

Z₁₂: Justificación económica.

1.7. Tipo y Diseño de Investigación.

1.7.1. Tipo.

Teniendo en cuenta el carácter de la hipótesis y los alcances de la investigación, la presente investigación fue tipificada como explicativa, ya que busco sustentar la justificación de incorporar una ampliación a una nueva tecnología en una planta industrializadora de leche ya existente, previendo el diseño e instalación de una nueva planta procesadora de leche de soya, así como las ventajas técnicas y económicas que se obtendrían.

1.7.2. Diseño.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), el diseño apropiado para la presente investigación es el pre experimento, ya que tienen grado de control mínimo y no hay variable independiente que manipular; en ese sentido, la presente investigación se trató de un estudio pre experimental de caso con una sola medición de variable.

1.8. Población y Muestra.

La población para la presente investigación estuvo conformada por la totalidad de empresas industrializadoras de leche existentes en Bolivia. La muestra referencial se tomó de forma no probabilística e intencionada y estuvo constituido por la empresa «PIL Andina S.A.» de Cochabamba – Bolivia.

1.9. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

1.9.1. Técnicas.

Para realizar el análisis situacional para la planta de procesamiento de leche de soya, se recogerá información relacionada con el estudio de mercado, el análisis del terreno disponible y los manuales de operación y funcionamiento de una planta de leche de soya; para tal efecto se usarán como técnicas el análisis de contenido, la planimetría y el análisis de contenido respectivamente. Para el diseño e implementación de la propuesta se utilizarán los procedimientos y técnicas de diseño en ingeniería. Por otro lado, las técnicas estadísticas usadas en la presente investigación se circunscribieron a la estadística descriptiva, la cual fue utilizada principalmente para realizar el análisis situacional; y, como herramienta de análisis previo a la justificación técnica y económica de la propuesta de incorporar una nueva planta procesadora de soya para la producción de leche en la empresa «PIL Andina S.A.» de Cochabamba.

1.9.2. Instrumentos.

Para el análisis de contenido del estudio de mercado para la planta de procesamiento de leche de soya, se utilizó como instrumento la guía para el análisis de contenido; para el análisis del terreno disponible basado en la planimetría se utilizó como instrumentos la ficha de registro de mapeos; y, para el análisis de contenido de los manuales de operación y funcionamiento de una planta de leche de soya se utilizó como instrumento la guía para el análisis de contenido.

1.10. Marco Procedimental.

1.10.1. Procesamiento de la información.

En concordancia con lo señalado por Torres (2002), el procesamiento de la información recolectada consistió en ordenar los datos de acuerdo a los indicadores de cada variable y en relación a los objetivos de la investigación y a la hipótesis de trabajo. Los indicadores sirvieron como referentes para la indagación específica acerca de aspectos relevantes mediante el análisis documental y la observación ordinaria o participante; en ese sentido, se extrajo la parte esencial de la información recolectada teniendo en cuenta que dicha información fuera necesaria y suficiente para permitir lograr los propósitos del estudio.

La información procesada permitió tener un conocimiento específico acerca de las ventajas y desventajas de implementar la planta de leche de soya; así mismo permitió tener conocimiento sobre el terreno, las áreas, accesos e instalaciones necesarias; así como, los lineamientos para la implementación, funcionamiento, parada y cierre de planta (Ver: «Capítulo III: Análisis del Proyecto»).

1.10.2. Análisis de datos.

Para el análisis de los datos obtenidos mediante el procesamiento de la información recolectada, se tuvo en cuenta que éste debe estar orientado a probar la hipótesis; en ese sentido, dicho análisis se define como “el proceso a través del cual ordenamos, clasificamos y presentamos los resultados de la investigación en cuadros estadísticos, en gráficas elaboradas y sistematizadas en base a técnicas estadísticas con el propósito de hacerlos comprensibles” (Torres, 2002, p.279).

En concordancia con la definición de análisis de datos presentada en el párrafo anterior, se consideró necesario y metodológicamente adecuado, que dicho análisis estuviera abocado al diseño de la propuesta (En Capítulo IV, ver: «4.1. Línea de Base para la Propuesta» y «4.2. Diseño de la Propuesta»).

1.10.3. Interpretación de resultados.

Para la interpretación de los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de los datos previamente procesados, se tuvo en cuenta que dicho procedimiento debe diferenciarse del análisis de la información ya procesada; en efecto:

El análisis de la información documental, debe estar orientada a probar la hipótesis. En cambio, la interpretación como proceso mental-sensorial da un significado más general a los referentes empíricos investigados, relacionándolos con los conocimientos considerados en el planteamiento del problema y en el marco teórico y conceptual de referencia. (Torres, 2002, p.279).

Finalmente, y en concordancia con la definición de interpretación de resultados presentada en el párrafo anterior, la interpretación de los resultados estuvo abocado a la instalación de los servicios industriales para la planta de procesamiento de leche de soya de 8 000 Kg/h a establecerse en la ciudad de Cochabamba. Por otro lado, la propuesta contempla el establecimiento de los lineamientos técnicos a seguirse en la instalación y la justificación económica en base a la evaluación desde dicha perspectiva de los servicios industriales previstos (Ver: «Capítulo V: Evaluación Económica»).

MARCO TEÓRICO
REFERENCIAL

Capítulo
2

2.1. Antecedentes.

Algunas investigaciones relacionadas con el problema objeto de estudio de la presente investigación, las cuales tuvieron como objeto de análisis a alguna de las variables consideradas en el presente estudio, son las siguientes:

La tesis titulada «Diseño de una planta de procesamiento de leche de soya para la Fundación Hogar de Cristo» desarrollada por Crespo y Landines (2011), en la cual se expone la metodología seguida para el diseño de los equipos e instalaciones necesarios para la producción de leche de soya, para la Fundación Hogar de Cristo que poseía un proyecto llamado «Vaca Mecánica», programa que tenía la finalidad de ofrecer diariamente 720 desayunos escolares. El costo total de la implementación de dicho proyecto ascendió a US\$ 29 607 en el cual se incluyeron el filtro prensa, 2 bombas, 1 tanque mezclador, 1 llenadora y tuberías de acero inoxidable. Para efectos de diseño de la planta de procesamiento en mención, se siguió el siguiente proceso general:

- En la primera etapa se analizó el uso y distribución del área destinada a la construcción de la planta; luego, mediante la aplicación del sistema de planificación de Lay Out, se determinó la distribución de las áreas y equipos en planta.
- Se estableció las características necesarias en las instalaciones y en el proceso de producción de leche de soya, que al ser aplicadas conservarían la calidad del producto.

- Posteriormente, mediante pruebas en laboratorio se determinó la dimensión del filtro prensa, el cual fue necesario para la etapa de filtrado de leche de soya.
- Finalmente, en base a la producción diaria estimada para la planta, se diseñó y dimensionó los equipos restantes como son: bombas centrífugas, tanque de almacenamiento, motor mezclador, pasteurizador, llenadora y tuberías.

Otra tesis consultada fue la tesis titulada «Diseño de Estrategias de Introducción para la Línea Leche de Soya de la Empresa de Alimentos Alfa Productos Nordland Ltda. en la Ciudad de Oruro» desarrollada por Macías (2003), teniendo como objetivos: Analizar el producto en cuanto a la marca, envase, precio, variedad, sabor y beneficios para determinar su aceptabilidad y el conocimiento del mismo; identificar los hábitos de consumo en cuanto a la frecuencia, lugar de compra, cantidad y beneficios esperados; determinar un sistema de distribución que permita acceder de mejor manera el mercado; y, detectar la comunicación en cuanto a la promoción de ventas, publicidad, venta personal y relaciones públicas para identificar el grado de utilización y preferencia de medios. En la investigación en cuestión, la autora llega a la conclusión que: los hábitos de consumo, el producto, la distribución y la comunicación son los elementos a ser analizados para el diseño de estrategias, ya que los resultados de la investigación demuestran claramente la ausencia de estos elementos en Mercadotecnia para la introducción de la leche de soya en la ciudad de Oruro.

Asimismo, en la investigación titulada «Creación de una empresa para la producción y comercialización de leche y granola de soya en el Valle de los Chillos», Guañuna (2008), con la finalidad de determinar la pre factibilidad para instalar una

empresa que se dedicará a la producción y comercialización de leche y granola de soya en el en el Valle de los Chillos en Sangolquí, Ecuador; se propone: Determinar la demanda insatisfecha, el precio y la comercialización de la leche y granola de soya en el Valle de los Chillos; elegir la tecnología y los procesos productivos adecuados que permitan cubrir la demanda existente de los productos de soya; elaborar un modelo de gestión que se adapte a los requerimientos de la empresa para el funcionamiento de la organización; y, aplicar los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como la TIR, el VAN y la relación beneficio-costo, para la implantación del proyecto. Las conclusiones a las que llega la autora de la tesis en mención, entre otras fueron:

- A partir del análisis de mercado se encontró que la comercialización de leche y granola de soya cuenta con las mejores perspectivas para la implementación de la empresa; y que, a pesar de que los productos de soya en el mercado no son muy apreciados, existe una tendencia a el consumo de comida sana con lo que se tiene un mercado creciente de estos productos.
- El análisis técnico estableció que el proceso productivo definido para el proyecto, permite la producción y se ajustan a los niveles de demanda proyectados.
- Teniendo en cuenta el tamaño del proyecto, se determinó el recurso humano necesario para la producción y consolidar la estructura administrativa y organizacional de la empresa; además se definió los perfiles profesionales y habilidades técnicas requeridas por el personal.

- La inversión requerida para la puesta en funcionamiento de la empresa no es muy alta, sin embargo la rentabilidad obtenida es aceptable y puede aumentar debido al bajo costo de producción y al gran potencial del mercado poco explorado.
- La empresa es financieramente viable, pues indicadores como la TIR y el VAN, ponen en manifiesto que al invertir capital en esta empresa se podrá obtener, una rentabilidad más alta que la ofrecida por entidades financieras, lo que sería llamativo para los inversionistas.
- Al realizar el estudio financiero, la tasa interna de retorno y el valor actual neto muestran al proyecto como atractivo. La tasa interna de retorno de la inversión es de 57,72% mientras que la TMAR es de 13,96%. El valor actual neto por su parte es de 77159,49.

Por otro lado, en la investigación titulada «Implantación de Planta Comunitaria para la Producción de leche de soya en el sector de Las Malvinas de la ciudad de Guayaquil» desarrollada por Aguilera (2009), mediante la cual se sentó las bases para lo que podría constituir una metodología de trabajo que permitiera la ejecución de proyectos productivos sustentables con los estudiantes de diferentes carreras de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), agrupados y organizados para emprender estos proyectos junto con la comunidad; se presentan los resultados de la implantación de una planta comunitaria, que para el caso en particular se trata de una planta procesadora de soya para la obtención de leche de varios sabores, utilizando una metodología de emprendimiento por parte de grupos de estudiantes con los conocimientos mínimos necesarios para abordar los diferentes componentes que implica la formulación y elaboración de estudios, los diseños y la ejecución de un proyecto de inversión de estas

características. Algunas de las conclusiones a la que se llegó en la investigación en mención, son:

El proyecto funciona de manera sustentable, ya que el 88% de su producción es consumida en presentación de 250ml, siendo su ingreso promedio de 272,00 \$/día (5.913,00 \$/mes) y un costo de producción promedio de 4.121,00 \$/mes dejando un excedente de 1.792,00 \$/mes.

Se demostró que la participación de los tres actores, financista, beneficiario y consultores, en este caso la ESPOL, aportando con el componente técnico y de gestión, cuya combinación es perfecta para crear unidades productivas comunitarias sustentables. (Aguilera, 2009, p.132).

Finalmente, el «Estudio de factibilidad para el diseño de una planta procesadora de lácteos en la ciudad de Chambo, provincia de Chimborazo» desarrollado por Vinza y Vire (2011), en el cual partiendo de un estudio de mercado previo se diseñó el estudio técnico de producción y el análisis económico financiero, con la finalidad de aprovechar la materia prima disponible; es decir, aprovechar principalmente, la producción de leche de las haciendas Guayllabamba, Titaycún, Airón y Pucate, localizadas en la provincia ecuatoriana de Chimborazo y que a 2011 producían en conjunto alrededor de 8500 litros diarios. El mercado meta del estudio en cuestión fue la ciudad de Riobamba, con una población de 220 919 habitantes quienes arrojaron una demanda insatisfecha proyectada para el año 2011 de 7'403.670 litros/ año de leche, 306.835 Kg/año de queso y 197.960 litros /año de yogurt. Las conclusiones a la que llegaron, entre otras, fueron:

- Como resultado del estudio, se propone tres líneas de producción, leche ultra pasteurizada, yogurt de tres sabores (frutilla, mora, durazno) y queso fresco.
- La participación en el mercado de la empresa sería del 20% a nivel provincial, con una capacidad instalada de 6 000 litros diarios, y, la

inversión total ascendía a US\$ 1'194.468,73, una aportación propia de US\$ 1'144.468 y un financiamiento de US\$ 50.000.

- Los indicadores que justificaron la evaluación del proyecto fueron: Tasa mínima atractiva de retorno de 14%; Valor actual neto de \$ 700.366,84; una tasa interna de retorno de 52% y un periodo de recuperación del capital de tres años, lo que demuestra la factibilidad del proyecto.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Soya.

La soya o soja, es una planta herbácea perteneciente a la familia de las Leguminosas. Las fabáceas o leguminosas son una familia del orden de las Fabales, orden que reúne árboles, arbustos y hierbas perennes o anuales, fácilmente reconocibles por su fruto tipo legumbre o en vainas.

La soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas cuyas semillas se caracterizan por ser de medio contenido en aceite y alto de proteína, y por tal motivo; su consumo no se limita a la alimentación humana sino también a la de los animales domésticos, a la alimentación del ganado en un contexto de ganadería intensiva; y también la ganadería extensiva, en un contexto de producción industrializada.

El fruto de la planta de soya, es decir las semillas de la soya, recibe el mismo nombre de la planta; es decir, se llama soya o soja tanto a la planta o leguminosa, como al fruto o semilla.

Esta planta herbácea posee vainas cortas, que contienen en su interior entre uno y cuatro Granos oleaginosos (con un 20% de aceite), con distintas variaciones de color: amarillo o negro, aunque existen otras especies con semillas de color verde o castaño. (Ridner, 2006, p.8).

Los granos de soya son una fuente muy abundante de proteínas vegetales, aceites esenciales y aminoácidos, lo que hace que dichos granos como producto alimenticio, representen un beneficio para la salud de las personas.



Las semillas de la soja son esferoidales, de unos 8 a 10 mm de diámetro, y crecen dentro de una vaina parecida a la de los guisantes.

Figura 2. La soya o soja.

Fuente: El poder medicinal de los alimentos; p.254.

En síntesis, teniendo en cuenta la diferenciación terminológica usada para referir a la soja o soya como planta herbácea, y, la similar denominación adoptada para referirnos a los granos, semillas o frijoles de dicha planta; en la presente investigación se adoptó la denominación de soya, dejando de lado el término soja, para referirnos a las semillas de dicha planta que se caracterizan por ser

oleaginosas²; por lo tanto, a menos que se señale o especifique lo contrario, cuando nos referimos a la soya, nos estaremos refiriendo al fruto o semilla de la planta como producto.

2.2.1.1. Características alimenticias.

El valor nutricional de los alimentos y sus productos derivados está dado por la cantidad y calidad de sus nutrientes, que son sustancias digeribles y asimilables por el organismo; y es que los nutrientes contribuyen a cubrir las necesidades energéticas de materia para cubrir la síntesis de tejidos y para la regulación en el metabolismo del organismo. En el contexto acabado de describir, es decir, en lo referido al valor nutricional, en forma general se tiene que:

La soya es una importante fuente de proteínas y aceite y, por lo tanto, un alimento con alto valor nutricional. La composición del grano es, en promedio, 36,5% de proteínas; 20% de lípidos; 30% de hidratos; 9% de fibra alimentaria; 8,5% de agua; y 5% de cenizas. Posee proteínas de alta calidad, en comparación con otros alimentos de origen vegetal. (Ridner, 2006, p.15).

Diversos estudios, dan cuenta del rol potencial que tiene la soya en la prevención de enfermedades crónicas, luego, hay evidencia disponible para determinar su seguridad en el consumo del grano o semilla de soya ; en ese sentido, Ridner (2006) destaca las siguientes bondades de la soya, que pueden recomendar su consumo:

- El consumo de cantidades relativamente bajas de proteína de soya modifica favorablemente varios marcadores biológicos involucrados en la enfermedad vascular periférica, es decir, el consumo frecuente

² Las plantas oleaginosas son vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite, en algunos casos comestibles y en otros casos de uso industrial.

de soya es una forma de prevenir enfermedades cardiovasculares, en otras palabras, la soya es bueno para la salud cardiovascular.

- La evidencia epidemiológica es significativa a favor de una menor incidencia de cáncer de mama y de mortalidad asociada a dicha enfermedad en poblaciones que han consumido soya, es decir, la soya es bueno para prevenir el cáncer de mama.
- El consumo de la soya contribuye con la prevención del cáncer de próstata y el retraso en su expresión, en efecto, este último, continúa siendo uno de los efectos que con mayor consistencia se ha vinculado al consumo de soya, es decir, el consumo de soya contribuye a prevenir el cáncer de próstata.
- Se tiene la presunción de que sustancias contenidas en la soya tengan un modesto efecto beneficioso en la prevención de otros tipos de cáncer especialmente de colon.
- Hay evidencia reunida que sugiere un efecto deseable del consumo de soya sobre la estructura ósea en mujeres a partir de una menor excreción urinaria de calcio; es decir, la inclusión de la soya en la alimentación, constituiría una herramienta valiosa en la prevención de la osteoporosis.
- La soya es buena para combatir los efectos desagradables de la menopausia, en ese sentido se tiene que la soya puede coadyuvar en la mejora de síntomas –especialmente sofocos– sin alterar niveles estrogénicos ni representando riesgos para la salud.

La soya es conocida como la súper legumbre, y es que a igual peso, las semillas de soya contienen más proteínas y más hierro que la carne, más calcio que la leche, y más vitaminas B₁, B₂ y B₆ que el huevo; y todo ello sin aportar nada de colesterol. Por otro lado, las CDR (cantidad diaria recomendada) para los hombres de 25 a 50 años, son las que suelen tomarse como base de cálculo para determinar el porcentaje de la CDR de cada nutriente que proporcionan 100 g de un alimento determinado. (Pamplona, 2013).

El frijol de soya es una leguminosa al igual que el chícharo, el frijol, la lenteja y el garbanzo. A diferencia de otras leguminosas [o cualquier tipo de vegetal], el frijol de soya "fija" su propio nitrógeno, lo que le permite producir los nueve aminoácidos esenciales con un papel clave para la vida humana [fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina e histidina]. El frijol de soya también contiene los dos ácidos grasos esenciales: ácido linoleico y ácido linolénico.

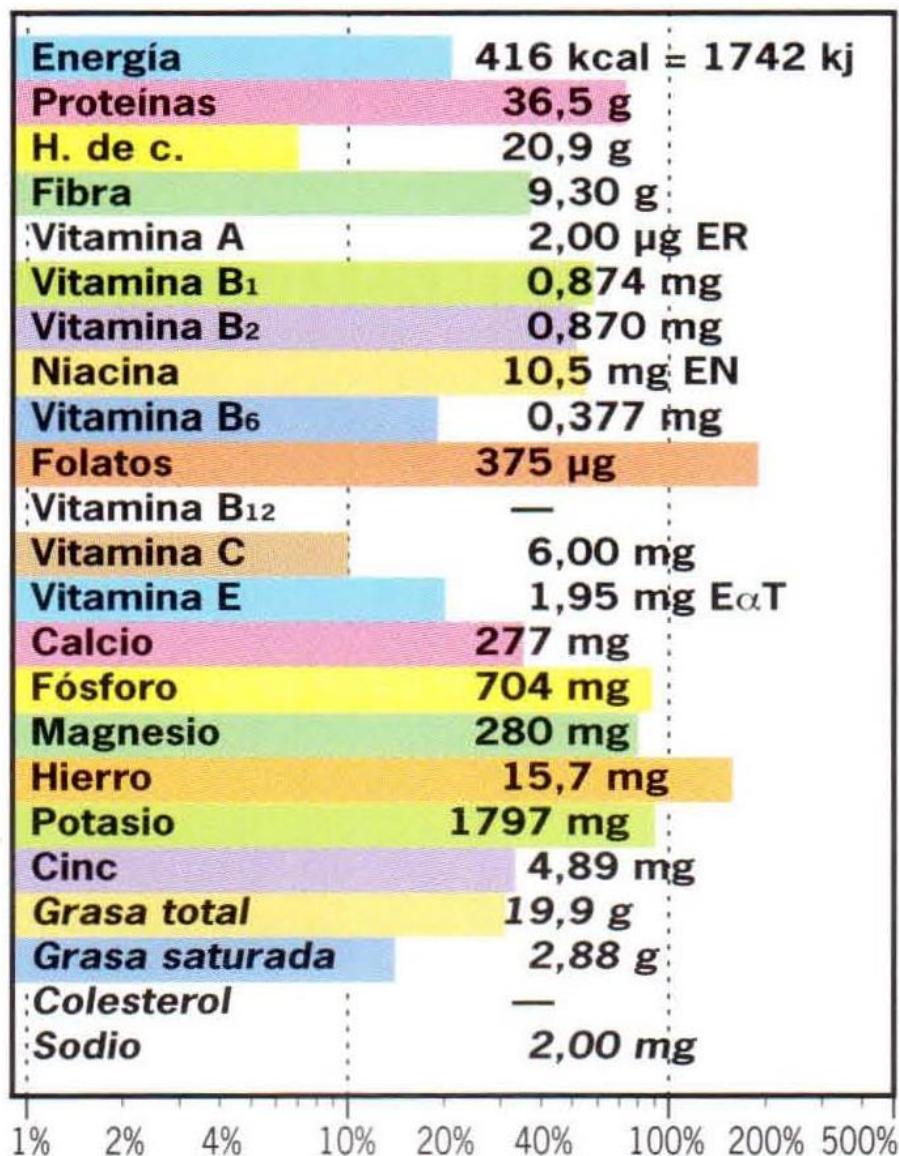
El frijol de soya es una leguminosa al igual que el chícharo, el frijol, la lenteja y el garbanzo. A diferencia de otras leguminosas [o cualquier tipo de vegetal], el frijol de soya "fija" su propio nitrógeno, lo que le permite producir los nueve aminoácidos esenciales con un papel clave para la vida humana [fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina e histidina]. El frijol de soya también contiene los dos ácidos grasos esenciales: ácido linoleico y ácido linolénico.

Estas dos cualidades, la cantidad/Calidad de proteína [proteína "completa"] y la grasa, son las que lo hacen uno de los más benéficos y singulares cultivos de la naturaleza; y verdaderamente notable en el reino vegetal. (USSEC, 2009, p.4).

Dado que la semilla de soya es uno de los alimentos naturales con mayor contenido en proteínas, vitaminas y minerales; es necesario conocer la composición de dicho grano; en ese sentido, y, en concordancia con lo señalado en los párrafos

anteriores, en el Cuadro 1 se presenta el % de cantidad diaria recomendada (CDR), cubierta por cada 100 g de soya consumida.

Cuadro 1. Composición de la soya por cada 100 g de parte comestible cruda.



Fuente: El poder medicinal de los alimentos; p.254.

Notas:

- 1 µg = 3,33 U.I. de vitamina A. (U.I.: unidades internacionales).
- 1 mg EαT (1 miligramo de equivalente de alfa-tocoferol) = 1,5 U.I. de vitamina E.
- 1 µg ER (1 microgramo de equivalente retinol) = 3,33 U.I. de vitamina A.
- Los mg EN (miligramos de equivalente de niacina) miden la niacina preformada que se encuentra en los alimentos, más la que se forma en el organismo a partir del aminoácido triptófano que se encuentra en las proteínas de los alimentos (60 mg de triptófano se transforman en 1 mg de niacina).

2.2.1.2. Producción.

La soya es uno de los cereales de mayor presencia comercial en el mercado mundial que sólo es superado por la producción de maíz, trigo y arroz. La producción de soya alcanza volúmenes elevados de producción en el mundo; en efecto, el Consejo Internacional de Cereales (2015) para la temporada 2015/2016 estimó la producción mundial en 317 millones de toneladas, cifra ligeramente inferior al récord de la campaña anterior que alcanzó 318 millones de toneladas. En un contexto de cereales oleaginosos, la soya es la que más se produce en el mundo, cubriendo más de la mitad del total producido mundialmente.

La soya es el cultivo oleaginoso que más se produce y que tiene mayor participación en el mercado mundial. De un total de 402 millones de toneladas de oleaginosas producidas anualmente en el mundo, 233 millones de toneladas son de soya, es decir, el 58% de la producción mundial de oleaginosas. (Bravo y otros, 2010, p.11).

La agroindustria sojera es una de las más importantes en el comercio mundial, lo que se refleja en la expansión de la siembra y de la producción en diferentes zonas agrícolas del mundo. En ese respecto, datos referidos al periodo 1998-2008 presentados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (2011), dan cuenta que:

- De diez cultivos analizados en el periodo 1998-2008, la soya fue el cultivo con mayor dinamismo pues tuvo una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) de 3.9% lo que se reflejó en un incremento en volumen de producción de 160.1 millones de toneladas en 1998 a 230.9 millones en 2008.

- El 96% de la producción de soya se concentró en sólo ocho países, de los cuales los tres principales pertenecen al continente americano y agruparon el 80%; estos son, Estados Unidos con 40%, Brasil con 24% y Argentina con 17%. El resto de países que agruparon el 16% fueron China, la India, Paraguay, Canadá y Bolivia.
- La tendencia en el volumen de producción de soya durante el periodo fue similar en Brasil y Argentina, con TMAC de 6% y 8.5% respectivamente, que implicaron incrementos en la producción de 91% y 146% entre 1998 y 2008; sin embargo, en Estados Unidos la TMAC fue de sólo 0.7%, influenciada por una notable caída de la producción en el 2003.
- La superficie cosechada de soya se incrementó de 70.9 millones de hectáreas a 96.8 millones entre 1998 y 2008.
- El rendimiento promedio en el periodo de los principales productores se ubicó alrededor de dos toneladas y media de soya por hectárea.

En el ámbito latinoamericano Brasil es el mayor productor de soya y para tal cometido, destina más de 200 000 Km² de su territorio (alrededor de 2,4% de su territorio) para su cultivo.

En contraparte al avance del cultivo de la soya, aparecen las amenazas que representa la expansión del cultivo de dicho grano en los ecosistemas naturales. En el ámbito sudamericano, la soya se ha convertido en uno de los cultivos más importantes y con mayor expansión territorial destinada a su producción; en ese sentido, en sur américa y el mundo entero, se hace urgente su producción de manera más responsable.



Figura 3. Ecorregiones impactadas por la soja en Sudamérica.

Fuente: El Crecimiento de la Soja: Impactos y soluciones; p.11.

En el ámbito sudamericano y en función a la producción y destino de territorios destinado por los países a la producción de soja, se tiene que Bolivia es el cuarto país que destina mayor área de su territorio (alrededor de 0,87% de su

territorio) a la producción de granos de soya, y que en ese sentido, sólo es superado por Brasil, Argentina y Paraguay.

Cuadro 2. La soya en América del Sur, 2008 (en miles de hectáreas).

País	Área cultivada
Brasil	21.300
Argentina	16.800
Paraguay	2.800
Bolivia	960
Uruguay	400
Total	42.260

Fuente: Los Señores de la Soja: La agricultura transgénica en América Latina; p.17.

Por otro lado, si relacionamos directamente la producción de soya con las extensiones de tierras destinadas al cultivo de dicho grano, se tiene que Bolivia es el cuarto productor de dicho grano en el ámbito sudamericano y latinoamericano, en ese aspecto:

El boom de la producción y exportación de soya y sus subproductos en Bolivia proviene de los primeros años de la década de los noventa, cuando comenzó a crecer a ritmos acelerados, hasta llegar a ocupar los primeros puestos entre los rubros de exportación de la economía boliviana y convertirla en la cuarta potencia sudamericana de producción de soya, después de Brasil, Argentina y Paraguay, aunque a considerable distancia, especialmente de los dos primeros. (Pérez, 2009, p.91).

En Bolivia, el segundo alimento con mayores cultivos es la soya, la producción de dicho grano en 2014 llegó a 2,99 millones de TM en un área sembrada de 1,2 millones de hectáreas; de los nueve departamentos que conforman el Estado Plurinacional de Bolivia, es en Santa Cruz donde hay un fuerte componente en la soya que se usa para hacer aceite, alimento balanceado que se va al mercado interno y externo. (Quispe, 2015).

[...], el valor de la soya en la cadena agroalimentaria de Bolivia aporta más de 100.000 empleos (entre directos e indirectos), moviendo la economía a través de los diferentes actores (donde el 12% sobre el total del PIB lo representa el sector de la agricultura, silvicultura y pesca a nivel nacional), aportando con la recaudación de impuestos (donde el RAU recaudó poco más de 876 millones de dólares entre enero a agosto del 2014, y se registró poco más de 3,4 mil millones de dólares entre todos los impuestos recaudados dentro del mercado interno según el SIN), asimismo se han registrado 1,3 mil millones de dólares en exportaciones de oleaginosas y en el afán de apoyar a la seguridad/soberanía alimentaria se alcanzó una producción de soya de 2,6 millones de toneladas en el año 2013, incluso apoyando la reducción de la dependencia del mercado en el consumo interno desde otros países. (IBCE, 2014, p.2).

En el departamento de Santa Cruz se concentra la mayor cantidad de tierras destinadas al cultivo de la soya y consecuentemente, es el referente de la producción de dicho grano en Bolivia; en efecto, en el año 2013, en dicho departamento se destinó 890 000 hectáreas al cultivo de la soya. En la campaña 2012-2013, se registró 1 900 000 toneladas de soya, superando a la campaña de verano 2011-2012, donde se obtuvo 1 800 000 toneladas. El rendimiento promedio alcanzado de la campaña de verano 2012-2013 es de 2,2 toneladas de soya por hectárea, superando al año pasado que fue de 2,3 toneladas. (ANAPO, 2014).

Con respecto a lo señalado por la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (CONAPO), Chumacero y Rojas (2014) consideran que en el departamento boliviano de Santa Cruz existe una gran producción de soya y de derivados en aceites y torta de soya; luego, la soya es una de las potencialidades productivas de dicho departamento; en ese sentido y con fines informativos, en el cuadro que prosigue se presenta datos referidos a la evolución de la soya en el departamento en mención.

Cuadro 3. Evolución de producción de soya en Santa Cruz 1990-2013.

Año	Sup miles h	Rend. t/ha	Prod. miles t.
1990	143,37	1,62	232,69
1991	193,29	2,04	393,54
1992	221,93	1,54	342,44
1993	213,67	2,30	491,45
1994	316,69	2,24	709,07
1995	428,33	2,03	869,93
1996	462,96	1,87	867,59
1997	522,25	1,99	1.040,32
1998	588,67	1,90	1.120,23
1999	627,87	1,54	967,55
2000	616,96	1,94	1.197,53
2001	615,29	1,87	1.152,44
2002	637,12	1,96	1.246,21
2003	684,21	2,32	1.586,01
2004	852,00	1,83	1.560,01
2005	901,27	1,91	1.623,54
2006	877,35	1,98	1.738,84
2007	985,00	1,66	1.634,00
2008	835,00	1,47	1.226,00
2009	902,00	2,10	1.893,00
2010	922,00	2,08	1.917,00
2011	1.023,96	2,25	2.299,86
2012	1.103,39	2,19	2.411,15
2013	1.176,27	2,26	2.659,50

Fuente: Soya: Su importancia como cadena de valor agro productiva en Bolivia; p.8.

2.2.1.3. Consumo.

La soya es consumida directamente o bien sirve de materia prima para productos derivados. En la acepción de consumo como ingesta de un producto con fines alimenticios, la soya es consumida tanto por animales y humanos, y, en esta última variante, algunas de las formas de consumo directo, son:

- *En grano:* poniéndola en remojo toda la noche con la finalidad de que pierde su dureza y sea posible cocinarla.
- *En harina:* la cual es posible lograr a través de la molienda de los granos hasta lograr un polvo que se obtiene de dicho cereal, esta forma de consumo ofrece la ventaja de que conserva sus propiedades nutricionales.
- *Como leche:* la cual se produce ya sea de manera casera o de la manera industrial, esta última puede ser enriquecida y preservada mayor tiempo; el consumo de la leche de soya en forma de leche es un sustituto ideal a la leche de vaca.
- *Como carne:* la soya mediante un proceso de extrusión de la harina desgrasada de soya y su posterior texturización, constituye un sustituto de la carne animal.

Según la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo – ANAPO (2014), en el ámbito boliviano, sólo el 32% de la soya producida se consume en forma directa o a través de subproductos y como se señaló anteriormente, en el departamento de Santa Cruz se concentra la producción nacional de soya; por lo tanto, el 68% de la soya producida en Bolivia se consume fuera del país; luego, la soya es uno de los principales productos de su matriz agro exportadora.

Dado que el consumo de la soya, que a diferencia de otros vegetales proporciona proteínas parecidas a las de las proteínas de origen animal, su consumo es promovido y cada vez se viene intensificando y diversificando en los diferentes países. Bolivia no es ajeno a esta tendencia mundial, alcanzando un consumo per cápita de 75 Kg en el año 2013 (800 000 TM de consumo interno y 10,67 millones de habitantes al año 2013).

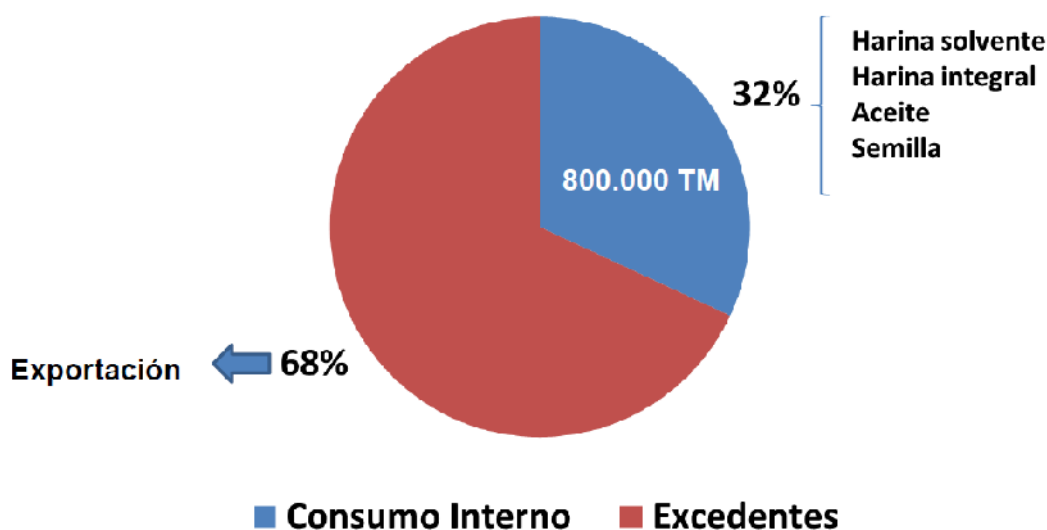


Figura 4. Consumo interno de grano de soya en subproductos (en %).

Fuente: Perspectivas de la Soya: Hacia la ampliación de la frontera agrícola; p.21.

2.2.1.4. Productos derivados.

La soya es uno de los cereales de mayor producción y consumo en el mundo, el consumo de la soya está vinculado a tres aspectos importantes: la alimentación humana que crece en proporción directa en la medida del crecimiento mundial de la población, asimismo, las nuevas tendencias y hábitos alimenticios, donde una alimentación más inteligente aporta un mayor bienestar en cuanto a la salud, siendo prioridad en la población mundial eliminar aquellos alimentos potenciadores de enfermedades, o, reemplazar su consumo por sus pares equivalentes, por ejemplo, la carne roja y leche de vaca por carne de soya y leche de soya respectivamente;

el buen trato y bienestar alimenticio para los animales con un cambio de forrajes por alimentos más balanceados que incluyen soya; y, la constante búsqueda de energías alternativas, donde podamos dejar de depender poco a poco de la energía de productos extractivos no renovables, por ejemplo, los biocombustibles de soya.

La soya es consumida directamente o bien sirve de materia prima para diversos productos derivados que conforman todo un conglomerado de productos factibles de ser comercializados tanto en el mercado interno como en el externo, en este último ámbito, la soya se constituye en uno de los productos alimenticios con mayor potencial exportador. En el cuadro que prosigue se presenta los usos comestible y productos derivados de la soya.

Cuadro 4. Productos derivados de la soya.

Productos de grano entero		Productos de proteína de soya	
Harinas para consumo humano Uso comestible	Uso técnico	Para consumo humano Uso comestible	Para consumo animal Uso comestible
Semillas	Adhesivos	Pastas alimenticias	Cultivos acuáticos
Brote de soya	Reactivos energéticos	Ingredientes de panadería	Comida de abejas
Granos cocidos	Antibióticos	Cervezas	Suplemento para vacas lecheras
Harina de soya	Emulsión asfáltica	Dulces	Comida para peces
Pan	Materiales de limpieza	Cereales	Alimento para mascotas
Dulces	Cosméticos	Productos dietéticos	Engorde de aves
Postres	Tinta	Bebidas	Proteínas
Leche instantánea	Sustitutos para cuero	Sémola	Cáscara
Gachas de bajo costo	Pinturas	Fideos	Lácteos enriquecidos
Galletas tipo cracker	Poliésteres	Mezclas preparadas	
Ítems para dietas	Fármacos	Cuero de salchicha	
Mantequilla de soya	Textiles	Levadura	
Café de soya	Plásticos		
Alimentos tradicionales			
Leche de soya			
Salsa de soya			
Tofu			
Tempek			

Fuente: Soya: Su importancia como cadena de valor agro productiva en Bolivia; p.12.
2.2.2. Leche de soya.

La leche de soya es un producto “No Lácteo” derivado del procesamiento específico de los granos de soya. La leche de soya se obtiene mediante un proceso que en forma general consiste en remojar, moler y filtrar el producto una vez refinado y cocido; por lo que, Saint (2000) citado por Rodríguez (2006), define a la leche de soya como “la emulsión de color blanco que se parece a la leche de vaca, derivado de la cocción y procesamiento del frijol de soya entero u otros sólidos de calidad comestible de proteína de soya, en agua” (p.20).

La leche de soja o soya, constituye una alternativa a la leche, y fácilmente reemplaza a dicha leche, en efecto, la bebida de soya, también llamada leche de soya “sustituye a la leche de vaca, aunque tiene menos calcio y nada de vitamina B₁₂” (Pamplona, 2013, p.255).



La bebida de soja o leche de soya está elaborada a partir de granos de soya. Es de apariencia blanquecina y se obtiene remojando, moliendo y filtrando la soya.

Figura 5. La leche de soya.

Fuente: La salud y la soja; p.31.

La leche de soya como reemplazo de la leche de vaca resulta siendo especialmente adecuada para aquellas personas que poseen intolerancia a la lactosa, y es que, la leche de soya es un producto no lácteo y consecuentemente la lactosa es un componente que dicho producto no posee. Otro de los puntos a favor de la leche de soya, en comparación con la leche de vaca, es que la primera es considerado un alimento funcional, entendiéndose por funcional aquel alimento que brinda una buena nutrición y que además contiene ingredientes activos que aportan beneficios a la salud; por tal motivo, en el cuadro que prosigue se presenta las principales diferencias en la composición estándar de la leche de soya y la leche entera de vaca.

Cuadro 5. Composición de leche de soya y leche de vaca por cada 240 g.

Componente /100g	Leche de soya	Leche de vaca entera
Calorías	44	59
Agua (g)	90.8	88.6
Proteína (g)	3.6	2.9
Grasa (g)	2	3.3
Carbohidratos (g)	2.9	4.5
Ceniza (g)	0.5	0.7
MINERALES (mg)		
Calcio	15	100
Fósforo	49	90
Sodio	2	36
Hierro	1.2	0.1
VITAMINAS (mg)		
Tiamina (B1)	0.03	0.04
Riboflavina (B2)	0.02	0.15
Niacina	0.5	0.2
Ácidos grasos saturados (%)	40-48	60-70
Ácidos grasos insaturados (%)	52-60	30-40
Colesterol (mg)	0	9.24-9.90

Fuente: Desarrollo de una formulación tipo yogurt elaborado con leche de soya con edulcorante artificial y diseño del proceso de fabricación; p.11.

2.2.2.1. Métodos para la obtención de leche de soya.

Básicamente, la obtención de leche de soya puede realizarse de dos maneras: la primera forma de obtención casera que requiere un proceso de fabricación de la bebida de extracto de soya por el método llamado tradicional; y, la forma industrial, que sigue un proceso de fabricación más elaborado y sigue los lineamientos del denominado método continuo.

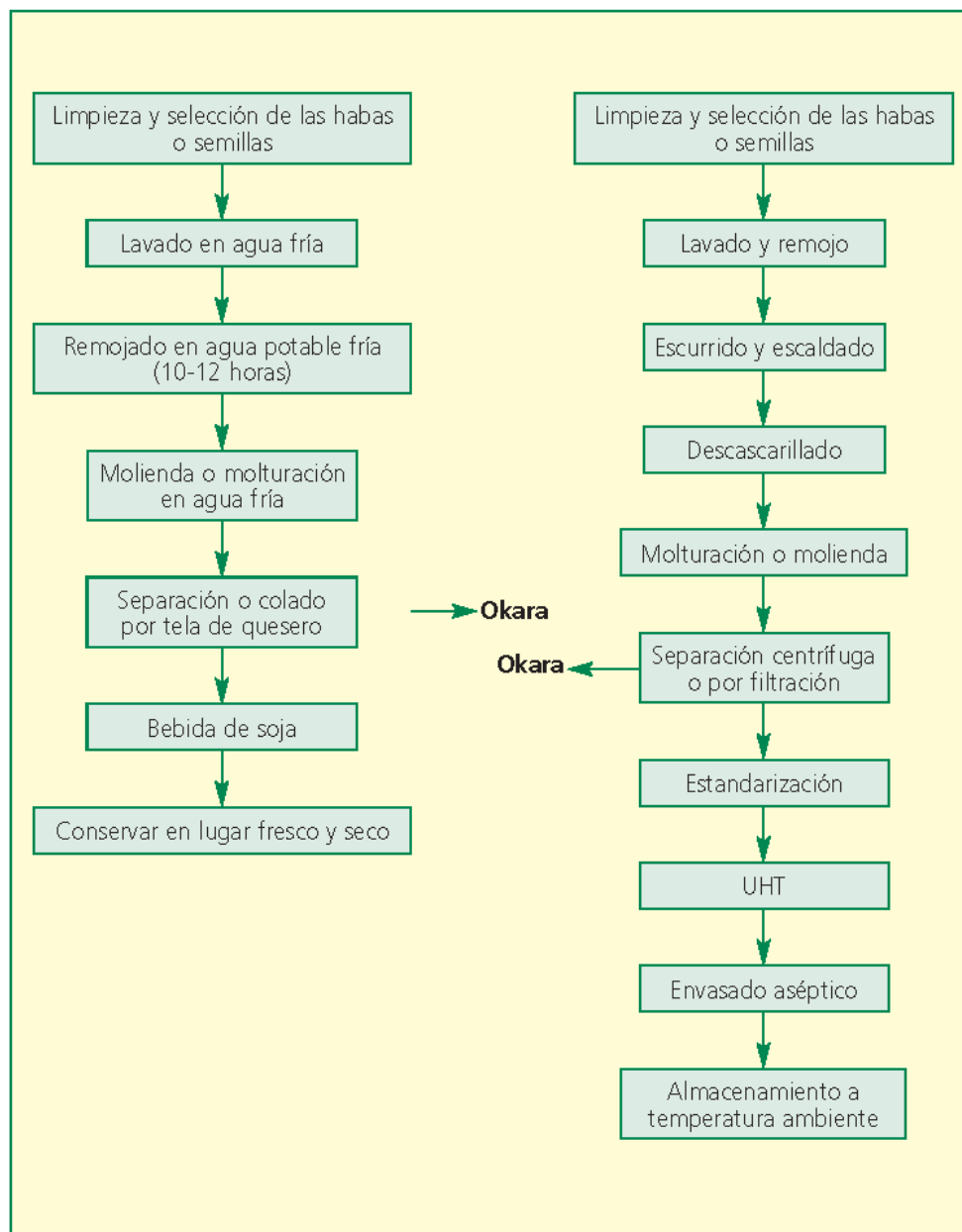


Figura 6. Diagramas de flujo de la fabricación de bebida de extracto de soya por el método tradicional (Izquierda) y por un método continuo (derecha).

Fuente: La salud y la soja; p.38.

2.2.2.2. Proceso productivo de la leche de soya.

La producción industrial de la leche de soya usando el denominado método continuo es un proceso de fabricación que presume un proceso industrial con fines comerciales que comprende las etapas que se describen en los apartados que prosiguen.

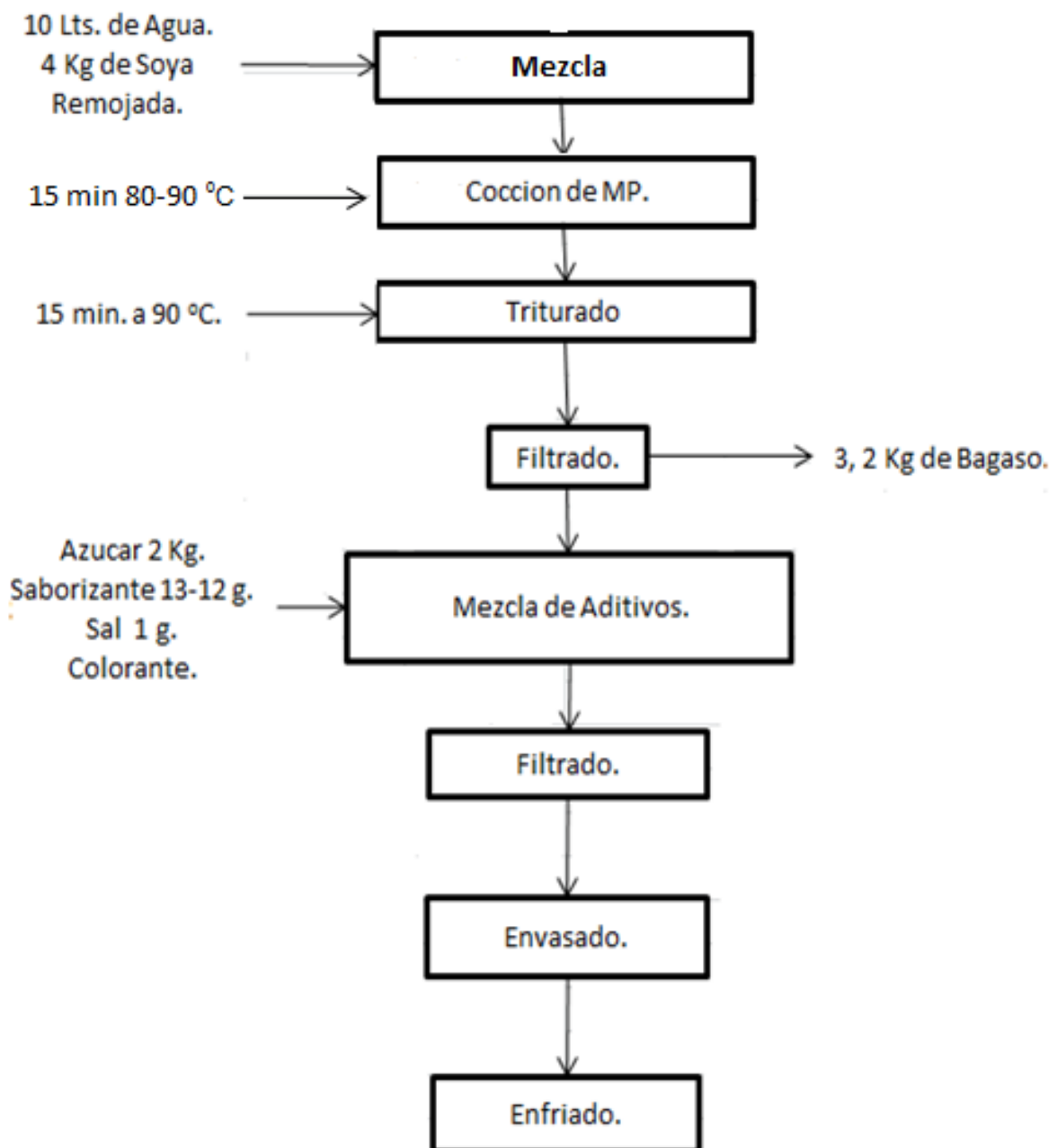


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso productivo de la leche de soya.

Fuente: Diseño de una planta de procesamiento de leche de soya para la Fundación Hogar de Cristo; p.12.

2.2.2.2.1. Limpieza.

Antes de realizar la limpieza de los granos de soya se requiere ejecutar la selección de las semillas, esta etapa previa permite eliminar de la partida todos los granos defectuosos en el sentido de ser deformes, por presentar colores anormales o manchas extrañas y las que han perdido la piel o algún trozo de los cotiledones a consecuencia de una mala manipulación, ataques de insectos o por cualquier otra causa. La etapa de limpieza propiamente dicha, consiste en eliminar los restos extraños que acompañan a los granos, como pajas, tierra, restos metálicos de las máquinas cosechadoras, etc.; en ese sentido:

Para la limpieza de los granos de soya se usan tres tamices, estos sirven para separar las impurezas y materiales extraños del grano en el proceso, se usan tamices con un tamaño de abertura de 2.38 mm que equivale a la Malla No. 8 y 1.41 mm que equivale a la Malla 12, respectivamente. En estos tamices quedan los granos de soya y en el fondo las impurezas que contengan los sacos de soya. (Crespo y Landines, 2011, p.9).

2.2.2.2.2. Lavado y remojo.

El lavado es la etapa inmediata a la limpieza y consiste en liberar las semillas de tierra, polvo, restos de insectos y cualquier otro tipo de suciedad que pudiera contaminarlas. Una vez eliminado el agua de lavado, los granos de soya limpios se remojan de 8 a 10 horas en agua potable, procurando renovar el agua frecuentemente; al principio cada 10 -15 minutos y después distanciando más los tiempos para el cambio del agua. En esta etapa es de destacar que tanto el lavado como el remojo de los granos de soya se realizan a temperatura ambiente y con agua potable. (Pastor y Perote, 2007).

2.2.2.2.3. Escaldado y descascarillado.

El escaldado es un tratamiento térmico realizado con el objetivo de preparar la materia para una etapa posterior y reducir la carga enzimática que puede provocar cambios indeseables en la apariencia, color y sabor del producto. En el proceso productivo de la leche de soya, el escaldado es una operación que sufren los granos de soya a continuación del remojo, para tal efecto se requiere una temperatura de 85°C o más, estas temperaturas ayuda a la desaparición del sabor a legumbre cruda (*beany* en inglés). Por su parte el descascarillado consiste en eliminar la piel o cáscara que protege a los cotiledones; anteriormente dicha operación requería que la semilla de soya se escaldara unos 10-15 minutos; sin embargo, las plantas modernas automáticas apenas invierten más de 1-2 minutos.

Para ello se hacen pasar las semillas por dos o tres parejas de rodillos o cilindros dotados de superficies con asperezas; los de cada par giran en sentidos opuestos y la separación existente entre ellos se puede estrechar o ensanchar a voluntad; esto permite ejercer en las semillas una abrasión suficiente para desprender sus pieles o cascarillas de los cotiledones. (Pastor y Perote, 2007, p.39).

2.2.2.2.4. Cocción y molienda.

La molturación o molienda busca obtener una suspensión acuosa (1 parte de cotiledones de soya y 2-3 partes de agua). Si se desea eliminar el sabor a legumbre cruda de la leche, se recomienda mantener la temperatura a 85°C, porque si desciende se favorece la aparición en la bebida de dicho sabor; en ese sentido, es de tener en cuenta el tipo de consumidor al que está dirigido el producto; y es que, los consumidores europeos y americanos rechazan la presencia del sabor en mención, pero, los consumidores de Indochina, China y Taiwán consideran la presencia de dicho sabor como una característica de calidad, al respecto, la

prolongación del período de precalentamiento durante la molturación también favorece la presencia del sabor en cuestión. (Pastor y Perote, 2007).

La etapa de cocción y molienda, considera dos procesos bien definidos dentro del triturador que dura alrededor de 30 minutos, en efecto:

El agua y la soya remojada ingresan al triturador donde permanecen a una temperatura entre 80 a 90°C por 15 minutos con la finalidad de eliminar los factores anti fisiológicos de la soya, al pasar los 15 minutos comienza el proceso de molienda el cual dura 15 minutos a una temperatura de 90°C. (Crespo y Landines, 2011, p.10).

2.2.2.2.5. Filtración.

Terminada la molienda se observa una especie de suspensión, de mayor o menor consistencia, dependiendo del agua que se añadió a los cotiledones al comienzo de este proceso y de sus variantes (tiempo invertido, temperatura, dureza del agua, etc.). Como la leche de soya es un producto líquido, los restos que lleve en suspensión y el sedimento sólido deberán separarse por centrifugación o filtración. Independientemente del procedimiento usado, se obtendrá dos porciones muy distintas: una líquida (bebida de extracto de soja) y otra sólida, denominada *okara*, que se usa como pienso del ganado. (Pastor y Perote, 2007).

La filtración es el proceso de separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro; para ello se vierte la mezcla sólido-líquido que se quiere tratar sobre un filtro que permita el paso del líquido pero que retenga las partículas sólidas, obteniéndose un producto deseado bien sea el sólido retenido o el líquido que atraviesa el filtro, en ambos casos al producto final deseado se le denomina filtrado. En el proceso productivo de la leche de soya, la filtración es una etapa importante y se realiza de tal forma que constituye una etapa en la cual: “El licuado de soya debe pasar por un tamiz para retirar partículas gruesas y

finas después con lo cual se obtiene leche de soya libre de impurezas” (Crespo y Landines, 2011, p.10).

2.2.2.2.6. Homogenización.

En forma general se define a la homogenización como el proceso mediante el cual se combina diversas sustancias para producir una mezcla uniformemente consistente. La homogenización se utiliza principalmente con componentes que no son solubles uno en el otro, que apenas son miscibles o no son miscibles en absoluto.

En el proceso productivo de la leche de soya, la homogenización es una de las fases más importantes y críticas para la obtención de la calidad deseada de la leche de soya, en ese sentido esta etapa del proceso productivo requiere la convergencia de dos procedimientos: la normalización o estandarización y el tratamiento térmico.

La normalización o estandarización consiste en ajustar la composición química (en especial, el nivel proteico) y el color, a los deseados como producto terminado, es decir, sujetarse al estándar deseado; y, cumplir con la normativa vigente aplicable al producto.

Por otro lado el tratamiento térmico es el conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento con el fin de eliminar, principalmente, la tripsina³ del producto, A través del tratamiento térmico, también nos aseguramos de hacer

³ La tripsina y la quimotripsina son sustancias liberadas desde el páncreas durante la digestión normal y cuando este órgano no las produce en cantidad suficiente, se pueden observar cantidades menores a lo normal en una muestra de materia fecal. Un resultado positivo es una concentración normal de tripsina en las heces. Un resultado anormal significa que los niveles de tripsina en las heces están por debajo del rango normal, lo cual puede significar que el páncreas no está funcionando apropiadamente.

desaparecer factores no deseados en el sabor y aroma, es decir, eliminamos las sustancias volátiles causantes de alteraciones del sabor y aroma de la leche de soya. Con relación al tratamiento térmico, Pastor y Perote (2007) señalan lo siguiente:

- El tratamiento térmico es el responsable de la destrucción del factor anti tripsina, un agente anti nutritivo cuya presencia en la leche de soya determina la inhibición de la tripsina y, por tanto, la posible aparición de desórdenes digestivos.
- El tratamiento térmico asegura la desaparición del sabor a legumbre cruda, ya debilitado por la molienda, en la leche de soya.
- El tratamiento UHT⁴ (140-150°C durante 2-3 segundos), además de ser un proceso estabilizante efectivo, destruye la lipooxigenasa, impidiendo así sus efectos perjudiciales en los ácidos grasos poliinsaturados; consecuentemente, evita la aparición de olores a rancio.
- El tratamiento UHT estándar que aplican las fábricas más modernas y avanzadas tecnológicamente incluye una temperatura de calentamiento de 132°C con un tiempo de permanencia o residencia de 50 segundos (para la leche de soya con pH=6,5).

⁴ Las siglas UHT significan “*Ultra High Temperature*” (Temperatura Ultra Alta), un proceso de tratamiento a alta temperatura por el cual los productos están expuestos a una temperatura muy alta (de media 140°C) durante 4 segundos. La ventaja del sistema del UHT comparado con el sistema de esterilización clásico es la mejor retención de las propiedades originales del producto consiguiendo un equilibrio ideal entre sabor fresco y tiempo de conservación.

2.2.2.2.7. Envasado.

El envasado de la leche de soya se realiza con fines de conservar el producto ya homogenizado, para tal efecto se suele poner el producto en tarros, latas o bolsas herméticas y asegurarlo mediante el sellado del contenedor. El método seguro de envasado es bajo condiciones de presión y temperatura altas.

La leche de soya se envasa en diferentes recipientes, figurando entre los mejores para la conservación de sus características nutritivas y organolépticas⁵ los envases multilaminares del tipo “tetra brik”, que no requieren almacenamiento en refrigeración hasta que no se abre el envase; y que una vez abierto, debe mantenerse en refrigeración. (Pastor y Perote, 2007).

En síntesis, el tipo de envasado responderá a factores previstos para su consumo y distribución. Un ejemplo de envasado nos lo presentan Crespo y Landines, (2011), quienes recomiendan un tipo de envasado que responde a las condiciones locales (Guayaquil – Ecuador) y de consumo del producto (desayuno para las escuelas de la Cooperativa Nazareth de Guayaquil); en los siguientes términos: “Previamente, se lavan las botellas con agua clorada, para después envasar en botellas de vidrio de 230 ml o plásticas de 500 ml. El envasado se realiza en caliente a una temperatura aproximada de 70°C” (p.11).

2.2.2.2.8. Almacenamiento.

Las condiciones de almacenamiento de la leche de soya ya envasada, responderán a la demanda que se hace del producto puesto en stock y de la

⁵ Dicho de una propiedad de un cuerpo: Que se puede percibir por los sentidos.

frecuencia con la que se da la demanda del producto al almacén. Un caso de almacenamiento, que responde a la leche de soya producida en la Planta de Procesamiento de Leche de Soya para la Fundación Hogar de Cristo de Guayaquil, nos lo presentan Crespo y Landines (2011), quienes señalan: “El producto final se almacena a una temperatura aproximada de 4°C por 12 horas, hasta su distribución a las escuelas más cercanas” (p.11).

2.2.3. Planta de procesamiento de leche de soya.

En forma general, se llama planta de procesamiento al lugar en el que se desarrollan diversas operaciones industriales, entre ellas operaciones unitarias, con el fin de transformar, adecuar o tratar alguna materia prima en particular a fin de obtener productos de mayor valor agregado. Todas las plantas de procesamiento requieren para operar, además de equipos sofisticados, instrumentos en general, materia prima y recurso humano; recursos energéticos, agua e insumos.

Definimos a la planta de procesamiento de leche de soya como aquella planta industrial que hace referencia a la fábrica o industria conformada por la infraestructura material, y, las máquinas, equipos y dispositivos que ésta contiene; destinadas a la producción de leche de soya. Dicha planta pertenece al grupo de industria de productos no lácteos; ya en ese contexto, en los apartados que prosiguen se detallan algunos aspectos generales de una planta estándar.

2.2.3.1. Distribución de las áreas.

En forma general, una planta de procesamiento de leche de soya contendrá un área para cada etapa específica del proceso de producción, por lo tanto, se debe

asegurar que dichas áreas se distribuyan de la manera más óptima desde la perspectiva funcional.

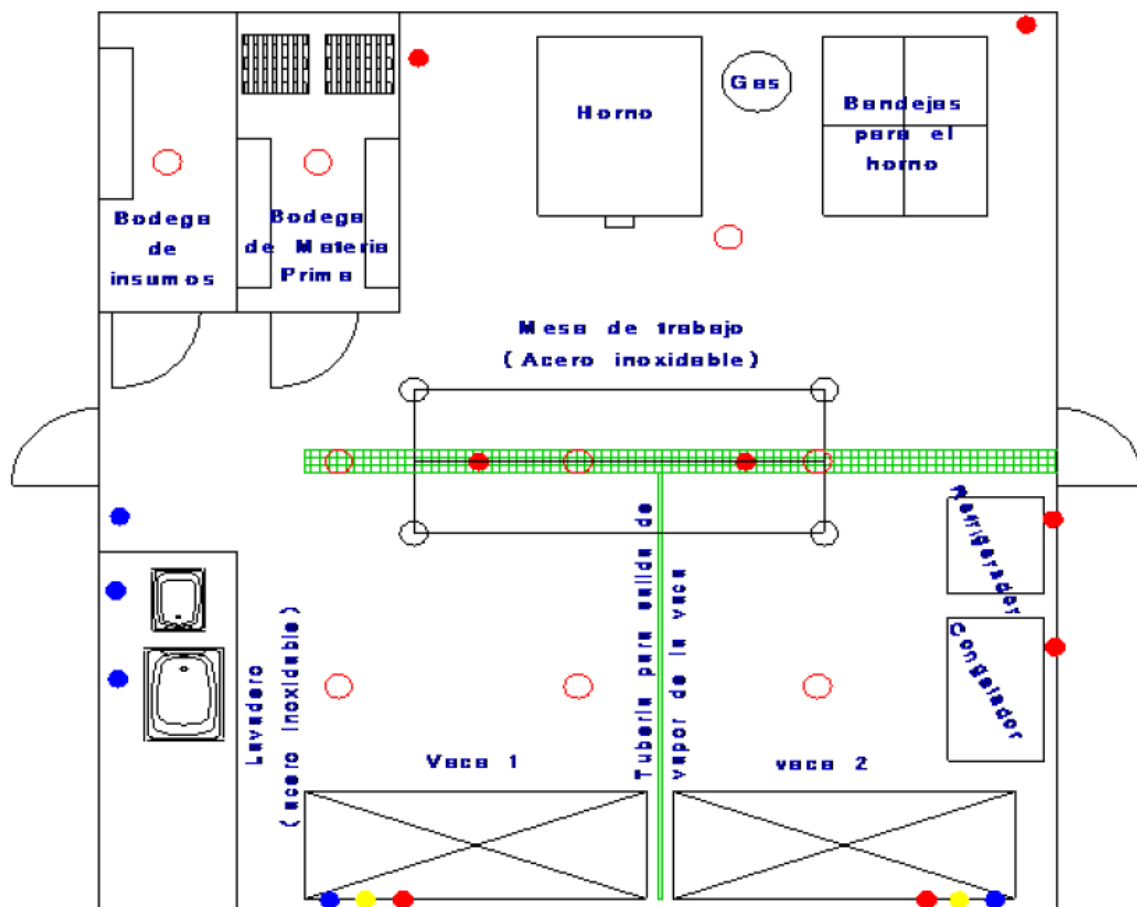


Figura 8. Distribución básica de las áreas que componen una planta de procesamiento de leche de soja.

Fuente: Implantación de Planta Comunitaria para la Producción de leche de soja en el sector de Las Malvinas de la ciudad de Guayaquil; p.97.

2.2.3.2. Ubicación de los elementos.

Los elementos de una planta estándar de leche de soja lo conforman las máquinas, equipos y dispositivos que forman parte de cada uno de los sistemas existentes en la planta. En un contexto circunscrito a los fines de la presente investigación dichos elementos están distribuidos y agrupados de la manera que se presenta en el cuadro que prosigue.

Tabla 1. Ubicación de los elementos en los servicios industriales en una planta de procesamiento de leche de soya.

ELEMENTOS		
Sistema	Subsistema	Dispositivos
Sistema de vapor.	Subsistema calderas	Estanque de acumulación, desaireador, fogón u hogar, combustible, hogar, agua de calderas.
	Subsistema de tuberías	Tubo, codos (90°, 45°), desviadores (T, Y), uniones y reducciones
	Subsistema de válvulas	Válvulas de retención, válvulas de alimentación, válvulas de seguridad, trampas de vapor, válvulas reguladoras de presión y válvulas moduladoras de caudal.
Sistema de agua potable	Subsistema del tanque	Entrada de caudal, sensores de nivel y presión, venteo atmosférico, drenaje, rebose.
	Subsistema de tuberías	Tubo, codos (90°, 45°), desviadores (T, Y), uniones y reducciones.
	Subsistema de válvulas	Válvulas de retención, alimentación, seguridad, anti retorno.
	Subsistema de bombas	Bomba, tubería de ingreso, tubería de salida, circuito de alimentación de energía eléctrica.
Sistema de agua tratada	Planta de tratamiento	Equipo o planta de tratamiento, filtro de arena o grava, filtro de carbón activado y filtro de resina o ablandador de agua.
	Subsistema de tuberías	Tubo, codos (90°, 45°), desviadores (T, Y), uniones y reducciones.
	Subsistema de válvulas	Válvulas de retención, alimentación, extracción regulación.
	Subsistema de bombas	Bomba, tubería de ingreso, tubería de salida, circuito de

		alimentación de energía eléctrica.
Sistema de aire comprimido	Subsistema de compresor	Cilindro (Eje, pistones y cámara), tapas (trasera y delantera), válvulas (exteriores de conexión, e interiores de lengüeta y platos de válvula), arandelas de gomas y empaquetaduras, sellos (eje y tapa), embrague (bobina, rotor, placa de arrastre).
	Subsistema de tuberías	Tubo, codos (90°, 45°), desviadores (T, Y), uniones y reducciones.
	Subsistema de válvulas	Válvulas de retención, válvulas de alimentación, válvulas de seguridad.
Sistema de enfriamiento	Subsistema de refrigeración por amoniaco	Instalaciones frigoríficas, válvulas de seguridad en los recipientes y tuberías, detectores de amoniaco en sala de máquinas y recintos cerrados, válvulas de sobrepresión en bombas.
	Subsistema de agua helada	Banco de agua helada.
	Subsistema de tuberías	Tubo, codos (90°, 45°), desviadores (T, Y), uniones y reducciones
	Subsistema de válvulas	Válvulas de retención, válvulas de alimentación, válvulas de seguridad.
	Subsistema de bombas	Bomba, tubería de ingreso, tubería de salida, circuito de alimentación de energía eléctrica.
Sistema eléctrico	Subsistema de máquinas y equipos eléctricos	Aparatos eléctricos que intervienen en la planta
	Subsistema de iluminación	Luminarias distribuidas en toda la planta para que den la iluminación recomendada

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.3. Diagrama de operación y funciones.

En forma general, en una planta de leche de soya se realizan las actividades y operaciones básicas que se detallan en la figura que prosigue.

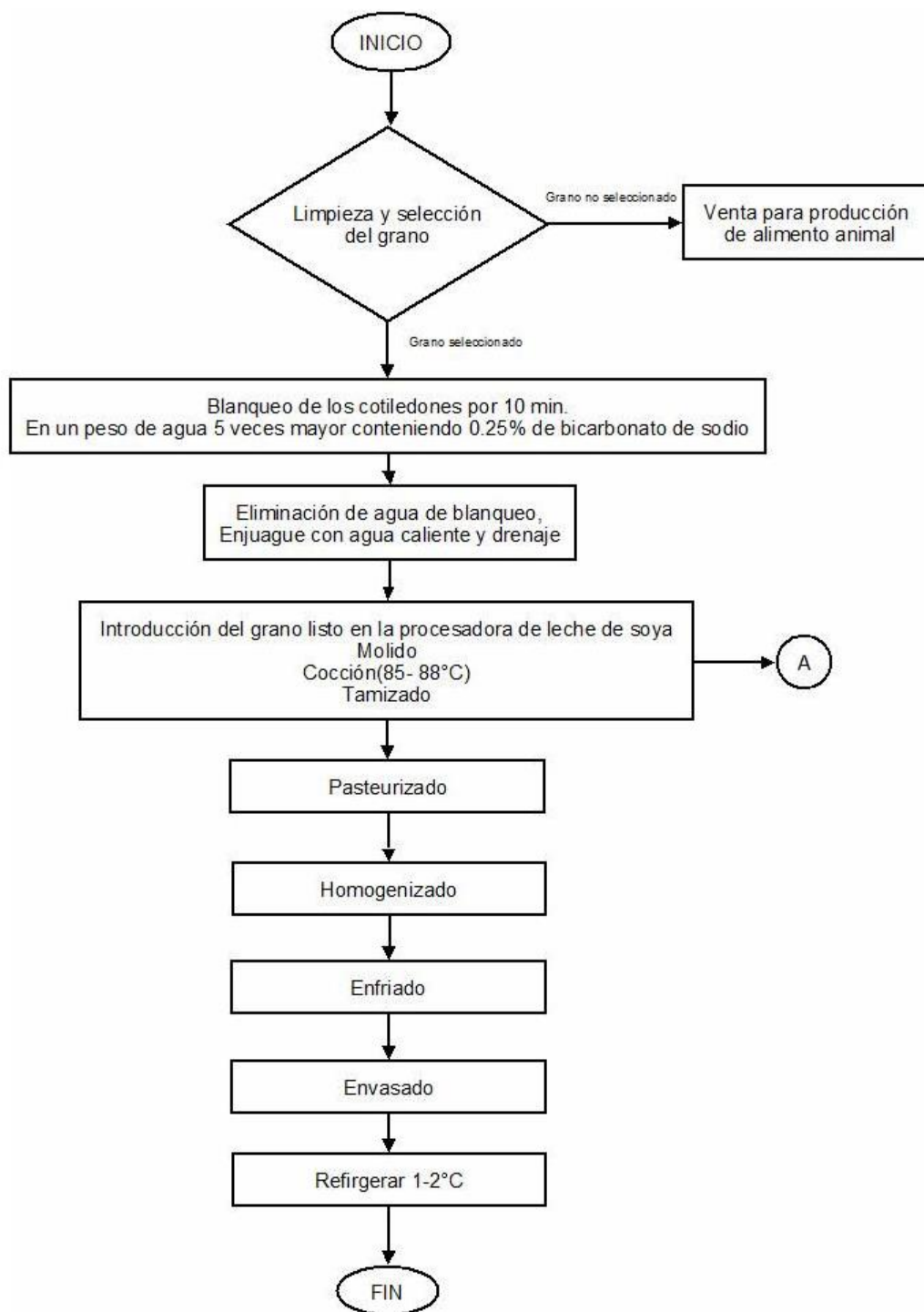


Figura 9. Diagrama de operación y funciones de una planta de leche de soya.

Fuente: Creación de una empresa para la producción y comercialización de leche y granola de soya en el Valle de Los Chillos; p.56.



2.2.4. Servicios industriales en una planta de procesamiento de leche de soya.

Los servicios industriales comprenden un conjunto de máquinas, equipos y dispositivos que en forma conjunta realizan una labor específica en el proceso productivo industrial. Cada función específica del proceso productivo puede ser considerada como un sistema y cada función particular de ésta, como un subsistema. En razón de lo acabado de señalar, tanto los sistemas y subsistemas pueden ser considerados como unidades de análisis independiente, pero sin perder su carácter articulador, vinculatorio y funcional; en ese sentido, los servicios industriales en una planta de procesamiento de leche de soya comprenden los sistemas y subsistemas que prosiguen.

2.2.4.1. Sistema de vapor.

El sistema de vapor de una planta de procesamiento de leche de soya comprende la circulación de vapor por una cañería e intercambiador de vapor de tal manera que al ocurrir condensación de vapor, los intercambiadores transmiten su calor oculto; la circulación de vapor se realiza con sistemas de una y dos tuberías, y éstas devuelven el agua formada por condensación a la caldera. El sistema de vapor de una planta de procesamiento de leche de soya, básicamente integra los subsistemas que se detallan a continuación.

2.2.4.1.1. Subsistema calderas.

Este subsistema está conformado por la articulación funcional de las trampas de vapor, estanque de acumulación, desaireador, fogón u hogar, combustible, agua de calderas y otros elementos que coadyuvan a que la caldera (elemento principal

del subsistema) genere vapor a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado.

2.2.4.1.2. Subsistema de tuberías.

El subsistema de tuberías dentro del sistema de vapor de una planta de procesamiento de leche de soya, se encarga de llevar el agua a la caldera y derivar el vapor generado hacia los puntos donde se requiera dicho elemento bien para realizar algún trabajo o cambiar de fase para su recuperación de estado inicial. Los dispositivos que conforman el subsistema de tuberías del sistema de vapor de una planta de procesamiento de leche de soya son los tubos, los codos (90°, 45°), los desviadores (T, Y), etc.

2.2.4.1.3. Subsistema de válvulas.

El subsistema de válvulas como parte del sistema de vapor de una planta de procesamiento de leche de soya modifica el flujo de vapor o agua de acuerdo a los requerimientos del sistema; en ese sentido, este subsistema protege la tubería y las bombas de la sobre presurización, ayudando a prevenir flujos contrarios en las bombas y remover aire en éstas. Los dispositivos que conforman el subsistema de válvulas del sistema de vapor de una planta de procesamiento de leche de soya son los diferentes tipos de válvulas entre las cuales destacan las de retención, las de alimentación y las de seguridad, válvulas reguladoras de presión, válvulas moduladoras de caudal, trampas de vapor, etc.

2.2.4.2. Sistema de agua potable.

El sistema de agua potable de una planta de procesamiento de leche de soya cumple la función de dotar del líquido elemento tanto para el tratamiento de agua a través de filtros de arena, carbón activado y resina para la producción de la leche propiamente dicha, como para las funciones ajenas al proceso productivo (higiene, consumo, limpieza de ambientes, etc.). El sistema en cuestión integra los subsistemas que prosiguen.

2.2.4.2.1. Subsistema tanque.

El subsistema tanque del sistema de agua potable de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función almacenar y garantizar la disposición continua de agua potable en la planta. Los dispositivos que conforman el subsistema tanque del sistema de agua potable son las tuberías de entrada de caudal, los sensores de presión y nivel, el dispositivo de venteo atmosférico, dispositivo de drenaje, dispositivo de rebose.

2.2.4.2.2. Subsistema de tuberías.

El subsistema de tuberías del sistema de agua potable de una planta de procesamiento de leche de soya comprende los circuitos de alimentación de dicho elemento a los distintos puntos de consumo de la planta. Los dispositivos que conforman el subsistema de tuberías son los tubos de diferentes diámetros, los codos (90°, 45°), los desviadores (T, Y), etc.; todos ellos para agua a condiciones ambientales.

2.2.4.2.3. Subsistema de válvulas.

El subsistema de válvulas del sistema de agua potable de una planta de procesamiento de leche de soya comprende los elementos de regulación del caudal del agua que circula por la planta. Los dispositivos que conforman el subsistema de válvulas en cuestión son los diferentes tipos de válvulas entre las cuales destacan, las de alimentación, las de seguridad y las válvulas de retención.

2.2.4.2.4. Subsistema de bombas.

El subsistema de bombas del sistema de agua potable de una planta de procesamiento de leche de soya comprende los elementos de impulsión del agua que circula por la planta. Los dispositivos que conforman el subsistema de bombas son la bomba, la tubería de ingreso, la tubería de salida y el circuito de alimentación de energía eléctrica.

2.2.4.3. Sistema de agua tratada.

El sistema de agua tratada de una planta de procesamiento de leche de soya comprende el sistema de tratamiento del agua potable, que es filtrada y ablandada para el proceso productivo. El sistema en cuestión integra los subsistemas que se detallan a continuación.

2.2.4.3.1. Subsistema zona de tratamiento de agua.

El subsistema zona de tratamiento de agua del sistema de agua tratada de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función el tratamiento de los elementos contaminantes del agua potable de tal manera que éstos no sean

nocivos o simplemente hagan variar la calidad del producto final o leche de soya. Los dispositivos que conforman el subsistema planta de tratamiento son: los filtros de arena, carbón activado y de resina.

2.2.4.3.2. Subsistema de tuberías.

El subsistema de tuberías del sistema de agua tratada de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función el direccionamiento del agua tratada hacia la planta de soya y de ésta a su punto de uso o utilización. Los dispositivos que conforman el subsistema de tuberías son: los tubos o canales de acceso, los codos (90°, 45°), los desviadores (T, Y), etc.

2.2.4.3.3. Subsistema de válvulas.

El subsistema de válvulas del sistema de agua tratada de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función regular el flujo desde o hacia la zona de tratamiento de agua. Los dispositivos que conforman dicho subsistema de válvulas son las válvulas de retención, alimentación, extracción y regulación.

2.2.4.3.4. Subsistema de bombas.

El subsistema de bombas del sistema de agua tratada de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función la impulsión del agua tratada desde la zona de tratamiento de agua hacia la planta. Los dispositivos que conforman el subsistema en cuestión, son: las bombas, las tuberías de ingreso, las tuberías de salida, el circuito de alimentación de energía eléctrica.

2.2.4.4. Sistema de aire comprimido.

El sistema de aire comprimido de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como finalidad proporcionar un caudal de aire determinado, a unas condiciones de presión y calidad de acuerdo con los requerimientos de la aplicación. El sistema de aire comprimido de la planta en mención integra los subsistemas que prosiguen.

2.2.4.4.1. Subsistema de compresor.

El subsistema compresor del sistema de aire comprimido de una planta de procesamiento de leche de soya es el elemento fundamental del sistema y realiza la compresión del aire para propósitos específicos. Los dispositivos que conforman dicho subsistema, son: Cilindro (Eje, pistones y cámara), tapas (trasera y delantera), válvulas (exteriores de conexión, e interiores de lengüeta y platos de válvula), arandelas de gomas y empaquetaduras, sellos (eje y tapa), embrague (bobina, rotor, placa de arrastre).

2.2.4.4.2. Subsistema de tuberías.

El subsistema de tuberías es otro de los subsistemas que conforman el denominado sistema de aire comprimido de una planta de procesamiento de leche de soya; los elementos predominantes de este subsistema son los tubos, que tienen como función el transporte del aire comprimido hacia los puntos demandantes. En forma más detallada, los dispositivos que conforman el subsistema de tuberías, son los siguientes: los tubos, los codos (90°, 45°), los desviadores (T, Y), etc.; todos de alta presión.

2.2.4.4.3. Subsistema de válvulas.

El subsistema de válvulas del sistema de aire comprimido de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función la regulación de los volúmenes de aire comprimido. Los dispositivos que conforman dicho subsistema, son: las válvulas de retención, las válvulas de alimentación y las válvulas de seguridad.

2.2.4.5. Sistema de enfriamiento.

El sistema de enfriamiento de una planta de procesamiento de leche de soya comprende el conjunto de elementos, que tienen como misión enfriar el producto final a temperaturas estándares de proceso, debido a las altas temperaturas que se alcanza en determinados procesos. El sistema en cuestión integra los siguientes subsistemas: Subsistema de refrigeración por amoníaco, subsistema de agua helada, subsistema de tuberías, subsistema de válvulas y subsistema de bombas.

2.2.4.5.1. Subsistema de enfriamiento de agua por amoníaco.

El subsistema de enfriamiento de agua por amoníaco tiene como función enfriar el agua usada como refrigerante de una forma muy rápida. Los dispositivos que conforman dicho subsistema, son: Banco de agua helada, compresores de amoníaco, tanque receptor de amoníaco, tanque separador de líquido amoníaco, válvulas de expansión termostáticas, bombas de amoníaco, válvulas de seguridad en los recipientes y tuberías, detectores de amoníaco en sala de máquinas y recintos cerrados, válvulas de sobrepresión en bombas.

2.2.4.5.2 Subsistema de agua helada.

El subsistema de agua helada del sistema de enfriamiento de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función enfriar la leche de soya o producto final. El dispositivo principal de dicho subsistema lo constituyen las bombas de agua helada.

2.2.4.5.3. Subsistema de tuberías.

El subsistema de tuberías del sistema de enfriamiento de una planta de procesamiento de leche de soya, es el subsistema que tiene por función llevar el agua helada a los puntos de demanda. Los dispositivos que conforman el subsistema en cuestión son los tubos, los codos (90°, 45°), los desviadores (T, Y), etc.; todos de acero o níquel.

2.2.4.5.4. Subsistema de válvulas.

El subsistema de válvulas del sistema de enfriamiento de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función la regulación y control del agua helada. Los dispositivos que conforman el subsistema en cuestión son las válvulas de regulación y las válvulas de control.

2.2.4.5.5. Subsistema de bombas.

Los dispositivos que conforman el subsistema de bombas del sistema de enfriamiento de una planta de procesamiento de leche de soya tienen como función la impulsión de los fluidos, principalmente el agua helada. Los dispositivos que conforman dicho subsistema, son: bomba, tubería de ingreso, tubería de salida, circuito de alimentación de energía eléctrica.

2.2.4.6. Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico de una planta de procesamiento de leche de soya comprende las máquinas, equipos y dispositivos eléctricos que coadyuvan la energización de la planta así como la iluminación y funcionamiento de la misma. El sistema en cuestión integra los subsistemas que prosiguen.

2.2.4.6.1. Subsistema de equipos eléctricos.

El subsistema de equipos eléctricos del sistema eléctrico de una planta de procesamiento de leche de soya tiene que ver con la implementación de los aparatos eléctricos necesarios y suficientes para desarrollar los diferentes procesos productivos en forma óptima. Los dispositivos que conforman el subsistema de equipos eléctricos, son los aparatos eléctricos, los equipos de medición, los equipos de control y los equipos de monitoreo de las actividades productivas realizadas en la planta.

2.2.4.6.2. Subsistema de iluminación.

El subsistema de iluminación del sistema eléctrico de una planta de procesamiento de leche de soya tiene como función iluminar permanentemente las áreas de la planta donde la luz natural no tiene un poder lumínico considerable y las otras zonas en horas nocturnas; en ese sentido, los dispositivos que conforman dicho subsistema son las luminarias internas y externas.

2.3. Definición de Términos Básicos.

Algunos términos que requieren definiciones particulares debido a la acepción que se le da en la presente investigación son los siguientes:

Análisis espacial: Estudio del espacio requerido para la establecer la propuesta en forma material y estructural.

Análisis de mercado: Estudio utilizado como herramienta que sirve para obtener y analizar la información del mercado en términos de las oportunidades que éste presenta y los potenciales competidores.

Análisis funcional: Estudio utilizado como herramienta prospectiva para el conocimiento de las posibles formas de actuación que se deberían derivar de la propuesta. Sirve para definir la parte operativa y funcional de la propuesta.

Análisis situacional: Estudio que comprende los tres análisis anteriores y nos permite establecer las estrategias adecuadas, para que en función de ella, se pueda constituir la empresa, plasmar la propuesta, iniciar la actividad empresarial e introducirnos en ese mercado.

Diseño: Proceso previo de configuración mental, que permite la búsqueda de una solución basado en el análisis situacional y las perspectivas en el contexto de la industria.

Dispositivos: Un dispositivo es un aparato o mecanismo que desarrolla determinadas acciones específicas; es decir, es todo aparato destinado a cumplir con su objetivo en forma individual.

Elementos: Es toda parte integrante de un sistema que dependiendo de cómo se le aborde puede constituir un dispositivo, un equipo o una máquina.

Justificación económica: Consiste en expresar las inversiones físicas en términos monetarios, traducirlos en flujos monetarios de ingresos y egresos

operativos. La justificación económica garantiza la viabilidad de la propuesta desde una perspectiva económica.

Justificación técnica: Es el respaldo a la propuesta basado en la teoría. La justificación técnica explica el por qué la propuesta es factible de ser concretada y ser puesta en funcionamiento.

Sistema: Conjunto de elementos destinados a cumplir una función determinada. En un sistema, sus componentes (subsistemas) se relacionan con al menos algún otro componente.

Subsistema: Parte de un sistema que realiza una función determinada y que para fines de análisis puede considerarse como autónomo.



ANÁLISIS DEL PROYECTO

Capítulo 3

3.1. PIL Andina de Cochabamba.

La empresa «PIL ANDINA S.A.» (Planta Industrializadora de Leche Andina - Sociedad Anónima), empezó como una empresa dedicada a la producción de leche y derivados de ésta, tales como leche fluida natural, light, deslactosada, saborizada, con avena, yogurt, mantequilla, dulce de leche, leche en polvo instantánea, leche evaporada, condensada, crema, quesos y jugos lácteos.

En la actualidad «PIL ANDINA S.A.» se constituye como una empresa que ha incursionado en la elaboración de productos no lácteos, como jugos, refrescos artificiales, agua natural, margarina y leche de soya; además, la empresa incursionó en la línea de postres destacando entre ellos los productos gelificados y arroz con leche, llegando a tener un total de 187 productos en el mercado.

3.1.1. Ubicación.

La empresa «PIL Andina de Cochabamba» se encuentra ubicada en el kilómetro 10½ de la Av. Blanco Galindo, provincia de Quillacollo, departamento de Cochabamba de Bolivia. La planta se encuentra a 2 553 m.s.n.m. de altitud, entre las siguientes coordenadas geográficas angulares: 17° 23' de latitud sur y 66° 09' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

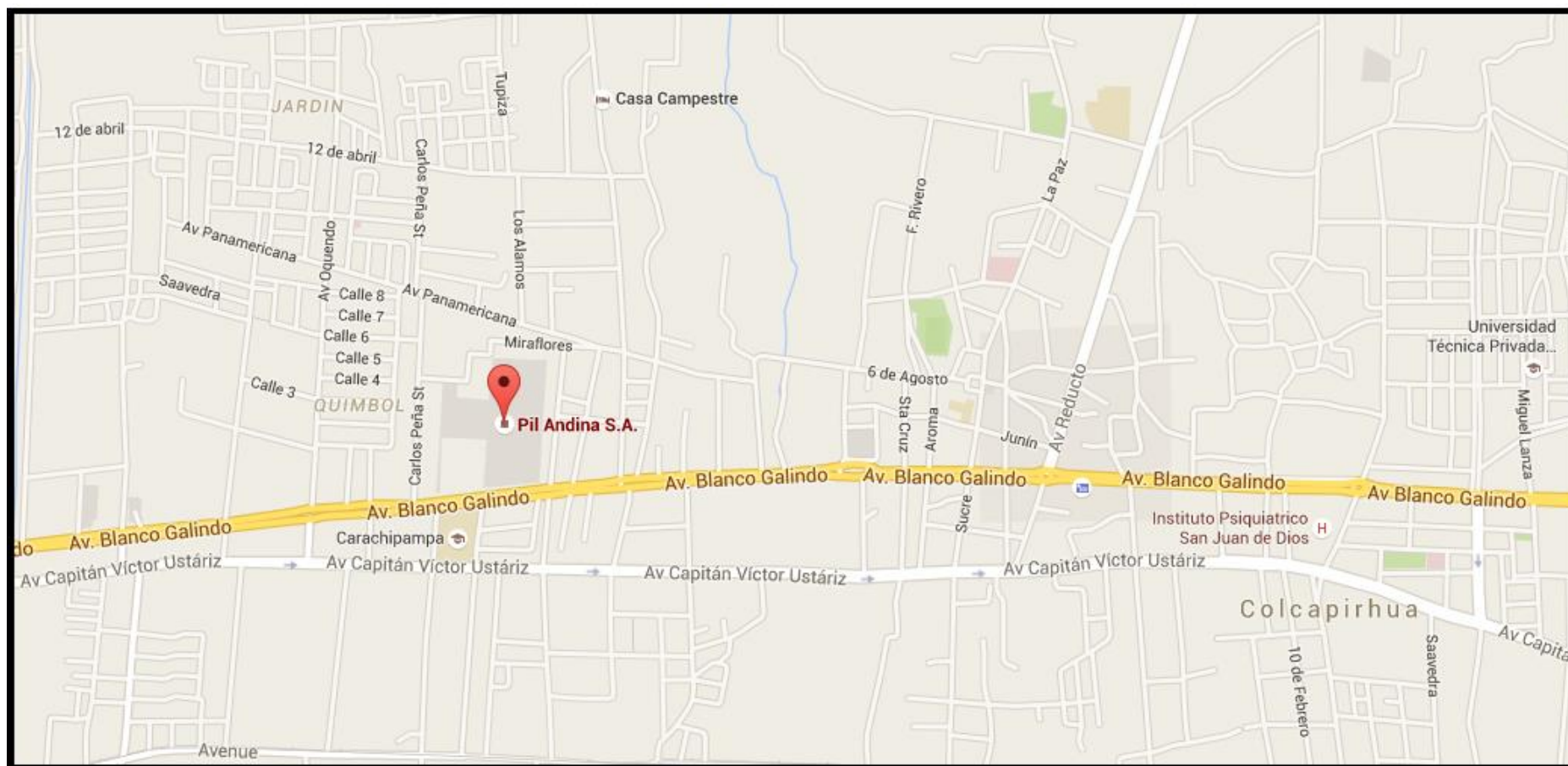


Figura 10. Plano de ubicación de la empresa «PIL Andina de Cochabamba».

Fuente: Google Map Data [En línea].

3.1.2. Áreas productivas.

La concepción inicial de la empresa «PIL ANDINA S.A.» como empresa dedicada a la producción de leche y derivados de ésta ha cambiado a tal punto que en la actualidad dicha empresa es concebida como una empresa alimenticia, no necesariamente láctea como lo fue en sus inicios, esto en razón de que la empresa decidió incursionar en la producción de productos que utilizan materia prima paralela y hasta cierto punto de vista competencia de la materia prima inicial. En efecto, la materia prima primigenia, la leche de vaca, dejó de constituir la única materia prima base para dar paso a la soya.

Dado la ampliación en la matriz de materia prima base, en la actualidad las áreas productivas de «PIL ANDINA S.A.» está constituido por las áreas de productos lácteos y productos no lácteos. En el área de productos lácteos se pueden encontrar los siguientes productos:

- Productos lácteos fluidos: Leche pasteurizada y leche UHT.
- Productos en polvo: Leche en polvo entera instantánea, leche en polvo saborizada y leche en polvo descremada.
- Productos lácteos evaporadas y condensadas: Leche condensada azucarada, leche evaporada cremosa y leche evaporada modificada.
- Yogures: Yogurt bebible, yogurt funcional, yogurt frutado y yogurt light.
- Mantequillas: Destaca la Mantequilla Pil.
- Quesos: Destaca el queso molde en sus variedades PIL, Bonlé, queso fresco y queso untar.
- Derivados Lácteos: Crema de leche y dulce de leche.

- Bebidas Lácteas: Leche modificada, leche con jugo de fruta y las diversas variedades de bebida láctea.

Por otro lado, en el área de productos no lácteos se pueden encontrar los siguientes productos: Jugos naturales, jugos saborizados, aguas, té helado, margarinas, soyas, mermeladas, conservas, café, postres, panetones, cereales, salsas, bebida gasificada, harina y pastas.

3.1.3. Organización.

Desde una perspectiva corporativa, «Gloria S.A.» es una empresa que integra el «Grupo Gloria». Su principal accionista es la empresa «José Rodríguez Banda S.A.» y a su vez «Gloria S.A.» se constituye como la principal tenedora de acciones de las empresas «Agroindustrial del Perú S.A.C.», «Lácteos San Martín S.A.C.», «Logística del Pacífico S.A.C.» y «EMOEM S.A.», empresas que, entre otras, también conforman el «Grupo Gloria». (Gloria S.A., 2011).

La empresa «PIL Andina S.A.» está circunscrita a la «Empresa Oriental de Emprendimientos - EMOEM S.A.», empresa boliviana del sector fondos y sociedades de inversión y entidades financieras similares; que a su vez está circunscrita a «Gloria S.A.»; que conforma uno de las cinco empresas inmediatas del «Grupo Gloria S.A.».

La empresa «PIL Andina S.A.» se encuentra conformando la tercera línea de integración de la corporación empresarial denominada «Grupo Gloria S.A.», es decir, ésta no está articulada directamente a dicho grupo, sino que constituye una de sus filiales y subsidiarias; en resumen, en la gráfica que prosigue se esquematiza la forma de integración entre «PIL Andina S.A.» y dicho grupo.

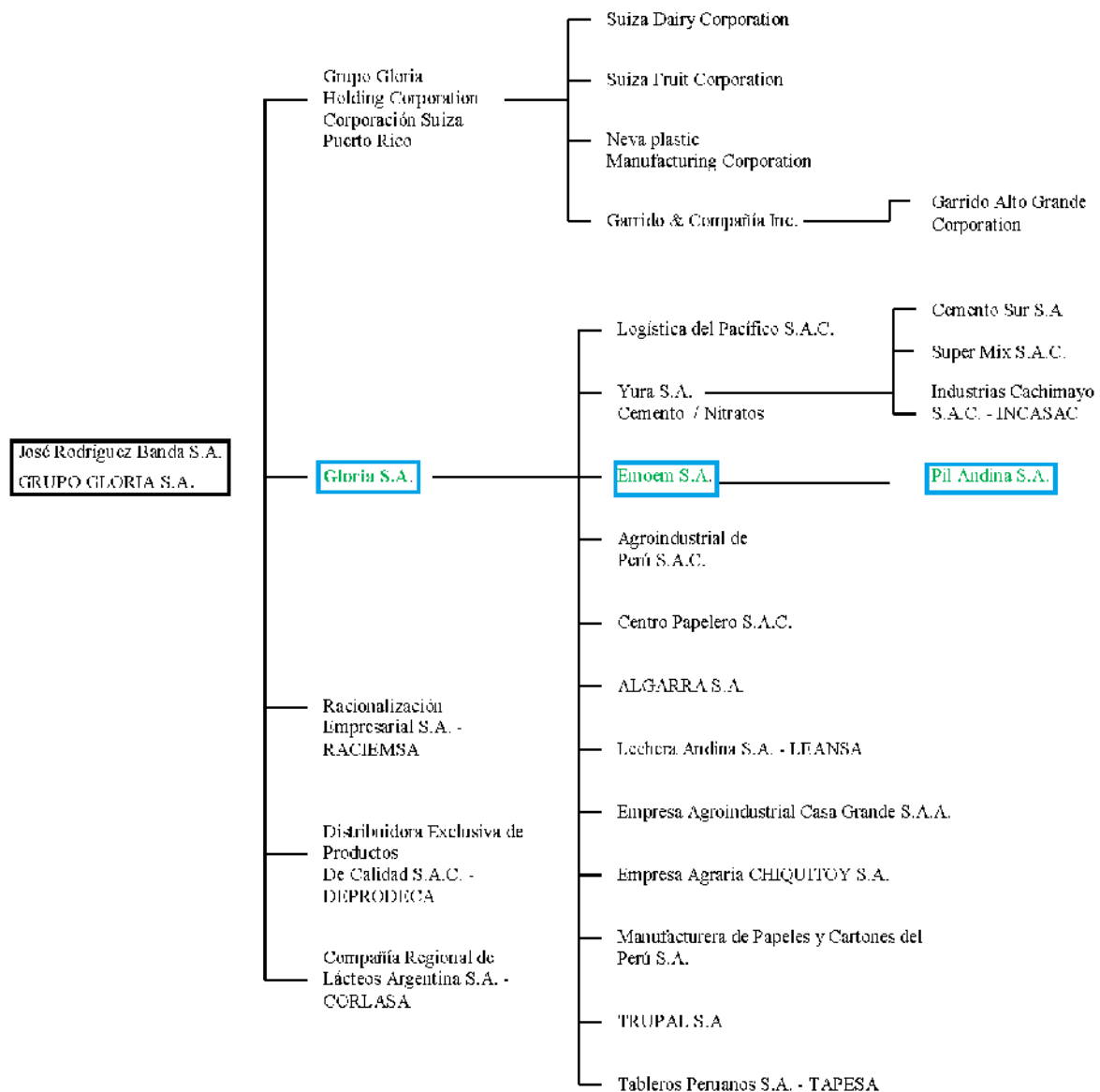


Figura 11. Organigrama donde se destaca la ubicación de «PIL ANDINA S.A.» dentro de la estructura organizacional del «GRUPO GLORIA S.A.».

Fuente: Elaboración propia con datos de PIL Andina S.A. [En línea].

La denominación «PIL Andina S.A.», es la denominación asumida por las empresas del «Grupo Gloria S.A.» en el estado plurinacional de Bolivia, contando con sedes en las ciudades de Santa Cruz, La Paz y Cochabamba. La estructura organizacional de cada una de las empresas «PIL Andina S.A.» tiene estructuración similar y contempla las siguientes gerencias, departamentos y jefaturas que se detallan en el organigrama que prosigue.

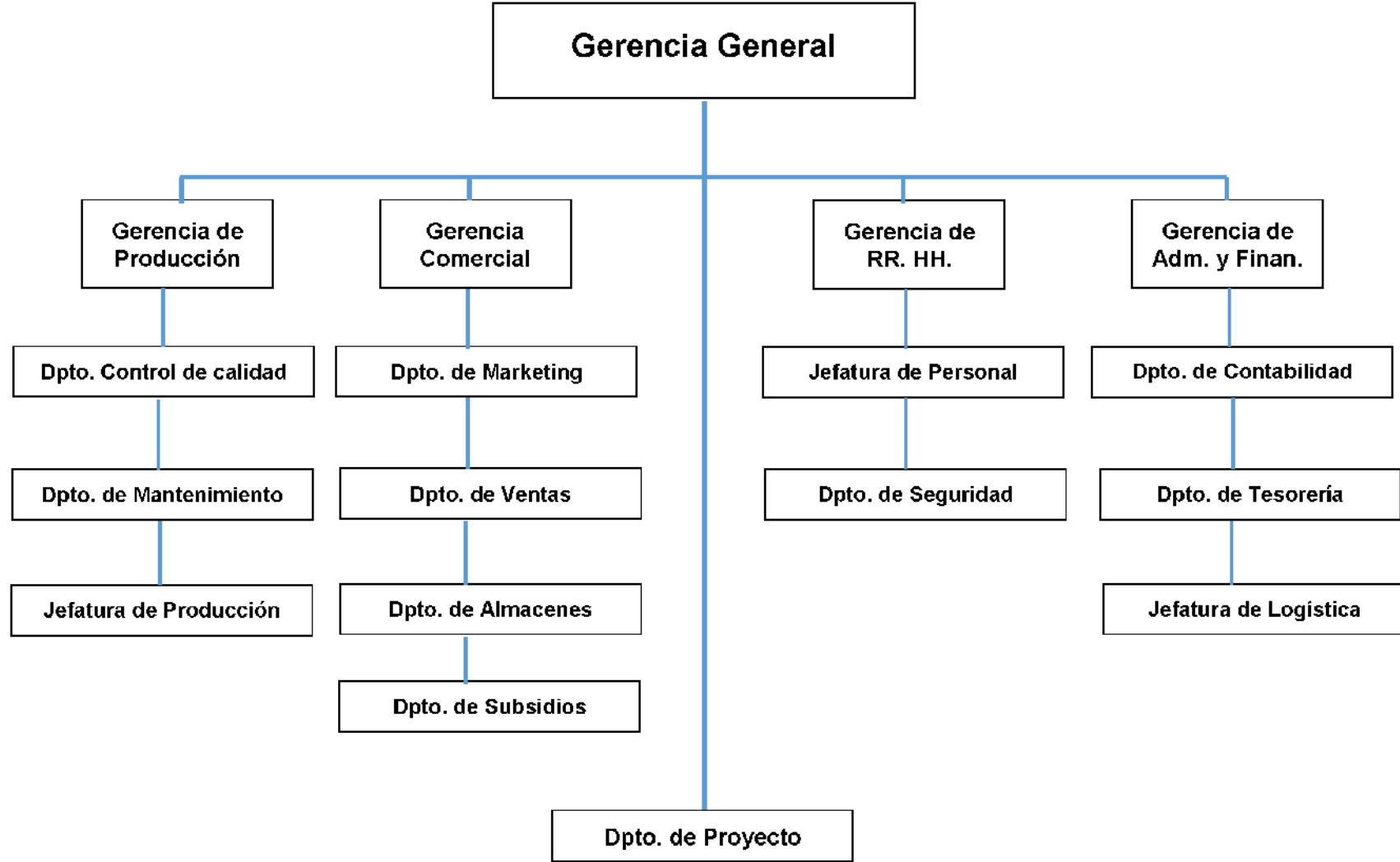


Figura 12. Organigrama de la empresa «PIL Andina S.A.».

Fuente: Elaboración propia con datos de PIL Andina S.A. [En línea].

3.2. Análisis Situacional para la Planta de Procesamiento de Leche de Soya.

El análisis situacional comprende el estudio del medio en que se desenvuelve o desenvolverá la empresa en un determinado momento, tomando en cuenta los factores internos y externos mismos que influyen en ésta. En el sentido conceptual acabado de expresar, se consideró realizar el análisis situacional en términos de los análisis de mercado, espacial y funcional.

3.2.1. Análisis de mercado.

El análisis del mercado consistió en el estudio de las oportunidades que se presentan en el mercado para el producto emblema que es la leche de soya y los derivados de la misma.

3.2.1.1. Definición del producto.

Inicialmente, antes del año 2006, PIL Andina S.A. – Cochabamba, sólo producía productos derivados de la leche de vaca y refrescos artificiales; pero, a partir de la diversificación de la matriz productiva, la diferenciación de los productos se hizo en dos sectores, grupos o categorías de productos, los productos lácteos y los productos no lácteos; referido a este último, figuran las líneas o áreas de producción específicas de jugos naturales, jugos saborizados, aguas, té helado, margarinas, soyas, etc.

Dentro de la línea de productos soya de la categoría productos no lácteos, encontramos tres tipos de productos: Leche de Soya, Yogures de Soya y Jugos de Soya. Dichos productos podrían denominarse las unidades de producción específicas a los cuales se agruparían uno o más productos de presentación

individual con fines de promoción comercial y asociación colectiva del producto con la empresa. En la Tabla 2 se presenta la línea de producción soya con los productos específicos de presentación con fines comerciales al año 2015.

Tabla 2. Productos de la línea de producción «Soya».

Nº	Producto	Nombre del Producto	Descripción del Producto
1	Leche de Soya	Leche de Soya "Soy"	Producto elaborado a partir de un extracto acuoso extraído de los granos de soya previamente remojados, triturados, filtrados y sometidos a tratamiento térmico de inactivación enzimática. La leche de soya se encuentra en diferentes sabores: Chocolate, Vainilla, Frutilla, Banana o con gusto natural. La presentación es en bolsas de 946 ml y 150 ml para la leche de soya saborizada (Chocolate, vainilla y frutilla) solamente.
2	Yogures de Soya	Yogurt de Soya "Soy"	Producto bebible, acidificado por acción biológica y de bacterias lácticas específicas. Está elaborado con leche de soya, azúcar, pulpa molida de fruta, fibra, sal, estabilizantes, aprobado por normas / recomendaciones nacionales e internacionales, esencias, colorantes y preservantes autorizados. Los sabores que presenta son: Frutilla y durazno. El producto esta envasado en sachets plásticos (PEBD) de primer uso y grado alimenticio con capacidad para 500 g de producto.
3	Jugos de Soya	Extracto de Soya con Jugo de Fruta "Vive" "en Envase Tetra Brik"	Producto elaborado con agua tratada y pasteurizada, extracto de soya, pulpas o jugos concentrados de fruta, azúcar, ácido cítrico, estabilizantes, premix de vitaminas y saborizantes aprobados. El producto es envasado asépticamente en envases Tetra Brik (multicapa) que garantizan que el producto mantenga inalterables sus propiedades nutritivas hasta su consumo. Este producto presenta sabores: Manzana, Piña, Durazno y Naranja. La presentación es en cajas de 1,5 litros y 200 ml (para consumo inmediato y personal), a esta última presentación acompaña una bombilla pegada al cuerpo.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de «PIL Andina S.A.» [En línea].

3.2.1.2. Identificación del mercado objetivo.

El abastecimiento de la totalidad de los departamentos bolivianos por los productos de «PIL Andina S.A.», es el mercado de objetivo inmediato, y trascender las fronteras el mercado objetivo siguiente, es decir, es el objetivo primordial de la empresa el cubrir la demanda de productos lácteos y no lácteos de los nueve departamentos de Bolivia y trascender las fronteras nacionales; al respecto es de hacer notar que al año 2013 ya se había logrado la cobertura nacional y empezado la internacionalización de los productos con la marca «PIL Andina S.A.»; en efecto:

PIL llega con sus productos a todas las regiones del país [Habla de Bolivia]. Tiene la premisa de mantener plenamente abastecido el mercado interno, sin embargo, para orgullo del país [Habla de Bolivia], nuestra industria logró exportar algunos excedentes de leche en polvo y de mantequilla, particularmente, a los mercados de Perú, Ecuador, Venezuela, Colombia y también a algunos países del África. (PIL Andina S.A., 2015).

Dado que uno de los objetivos principales de «PIL Andina S.A.» es cubrir la creciente demanda nacional en la línea de la soya y buscar la consolidación y posicionamiento en el mercado internacional, entre otros, los productos de dicha línea. El mercado objetivo para la propuesta queda identificado en esos términos, es decir, el mercado objetivo se circunscribe al mercado nacional principalmente y a los mercados internacionales donde «PIL Andina S.A.» tiene presencia.

3.2.1.3. Análisis de oportunidad de expansión.

Para propósitos de conocer la oportunidad de expansión, la demanda es un indicador referencial debido a que está directamente relacionado con el aumento del consumo de leche de soya y sus derivados, así como de las ventas netas; en efecto, habrá crecimiento de la demanda si se comprueba que hay aumento en el

consumo y en las ventas netas de leche de soya por parte de la empresa «PIL Andina S.A.». Con respecto a las ventas netas de «PIL Andina S.A.» se tiene que éstas se estructuran por superposición de los siguientes conceptos: Ventas comerciales, subsidios, desayuno escolar, exportaciones y otros tipos de ventas.

Cuadro 6. Ventas de «PIL Andina S.A.» en los años 2009-2010.

Ventas en Bolivianos	2010	2009	Var (%)
COMERCIAL	1,197,127,402	1,034,114,245	15.76 %
SUBSIDIO	215,816,227	201,971,788	6.85 %
DESAYUNO ESCOLAR	40,898,113	40,235,463	1.65 %
EXPORTACIONES	141,372,400	99,114,988	42.63 %
OTROS	5,871,430	2,943,616	99.46 %
TOTAL GENERAL	1,601,085,572	1,378,380,099	16.16 %

Ventas en Kilos/Litros	2010	2009	Var (%)
COMERCIAL	264,519,043	232,156,233	13.94 %
SUBSIDIO	10,537,740	9,112,967	15.63 %
DESAYUNO ESCOLAR	8,718,362	8,465,023	2.99 %
EXPORTACIONES	9,602,284	9,422,080	1.91 %
OTROS	3,067,890	1,713,530	79.04 %
TOTAL GENERAL	296,445,319	260,869,833	13.64 %

Fuente: PIL ANDINA: Memoria Anual 2010; p.17.

Tipo de cambio: 1 dólar (US\$) = 7 bolivianos (Bs).

Por otro lado, según la gerencia de finanzas de la empresa «PIL Andina S.A. – Cochabamba», los volúmenes de producción del año 2010 presentaron un incremento del 11.71% en relación a la gestión 2009, con un crecimiento del 12.4% y 7.5% en las líneas lácteas y no lácteas, respectivamente; asimismo, en cuanto a resultados de ventas, para dicho año, las ventas comerciales medidas en volumen (Kg/Litro) alcanzaron un incremento respecto del año anterior en el jugo de soya y yogurt de soya del 32.84% y 81.87%, respectivamente. (PIL Andina S.A., 2011).

Además, en el año 2011, la línea de leches y yogures de soya, debido a los esfuerzos de distribución y algunas acciones tácticas directas, alcanzó un incremento en volumen del 10% y 33.8%, respectivamente; en efecto:

Para la gestión 2011 las ventas comerciales significaron el 77,6% de las ventas totales, mientras que el 2010 representaron solamente el 74.7% del total, mostrando una vez más el alineamiento con la política de la compañía de priorizar el mercado interno, incrementar el consumo per cápita de leche y atender prioritariamente las necesidades de los consumidores bolivianos. Por su parte los programas sociales (subsidio de lactancia y desayunos escolares) representaron el 16.9% y las exportaciones alcanzaron solamente el 5.1% del total; finalmente el rubro “otros” participa con 0.3% sobre las ventas. (PIL Andina S.A., 2012, p.18).

Asimismo, en el año 2012 se siguió manteniendo la tendencia creciente de la demanda de los productos lácteos y no lácteos y por consiguiente las ventas de la empresa «PIL Andina S.A.» siguió la misma tendencia; en ese respecto:

El aporte más importante es reflejado por las ventas comerciales que, en la gestión 2012, representa el 75,20%, seguido por los programas sociales (subsidio de lactancia y desayunos escolares) con un aporte del 16,52%, las exportaciones, considerando el incremento respecto de la gestión anterior, alcanzaron el 8,27% de total. (PIL Andina S.A., 2013, p.18).

En síntesis, el incremento tanto del volumen de producción como de los resultados de ventas, se reflejan en los productos que componen la línea soya, vale decir se refleja en las leches, jugos y yogures; luego, se puede aseverar que la demanda en dicha línea siguió la misma trayectoria creciente. En términos de promedios mensuales de ventas netas, se tiene que entre los años 2008-2013 hubo una tendencia creciente pasando de 15 millones a cerca de 30 millones de dólares. De dichas ventas netas, las correspondientes a la línea soya que forma parte de los productos no lácteos, representa un porcentaje importante de ésta; deduciéndose con ello que el comportamiento de la demanda para los productos cuya materia prima es el grano de soya, también es creciente.

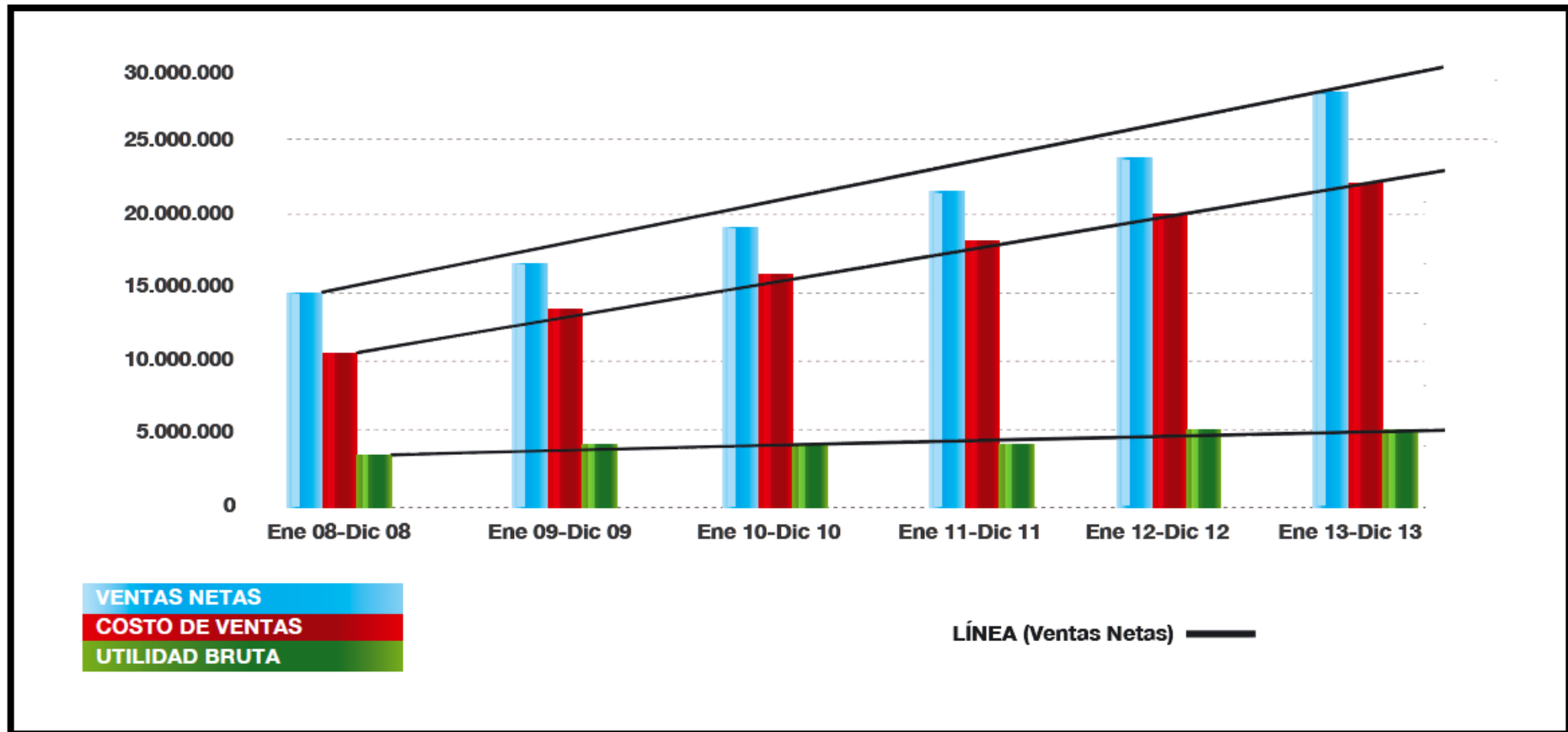


Figura 13. Ventas y Costo de Ventas. (Promedio Mensual US\$) de la empresa «PIL Andina S.A.».

Fuente: PIL ANDINA: Memoria Anual 2013; p.13.

Tipo de cambio: 1 dólar (US\$) = 7 bolivianos (Bs).

En un contexto ya referido a la línea de soya, que comprende leches, jugos y yogures, se tiene que existe una tendencia creciente de la demanda. De consultas realizadas a los profesionales del departamento de mercadotecnia de «PIL Andina - Cochabamba» se obtuvo que la representatividad entre productos lácteos y no lácteos es de 75% y 25% respectivamente; luego, en un contexto de productos no lácteos, es decir, en el área de productos que comprende jugos naturales, jugos saborizados, aguas, té helado, margarinas, soyas, mermeladas, conservas, café, postres, panetones, cereales, salsas, bebida gasificada, harina y pastas; se estima que la línea soya, compuesta por leche, yogures y jugos representa el 80% de las ventas netas.

La determinación de las ventas correspondientes a los productos lácteos, los productos no lácteos y los productos pertenecientes a la línea soya en función de la Venta Neta expresada en dólares (US\$), se da en los siguientes términos:

$$\text{Venta Lácteos} = 0,75 * \text{Venta Neta de Productos (US\$)}$$

$$\text{Venta No Lácteos} = 0,25 * \text{Venta Neta de Productos (US\$)}$$

$$\text{Venta Línea Soya} = 0,80 * \text{Venta No Lácteos}$$

$$\text{Venta Línea Soya} = 0,80 * 0,25 * \text{Venta Neta de Productos (US\$)}$$

$$\text{Venta Línea Soya} = 0,20 * \text{Venta Neta de Productos (US\$)}$$

Tabla 3. Venta Neta de Productos en «PIL Andina S.A.».

Año	Venta Neta (US\$)	Venta de Productos (US\$)		Línea Soya (US\$)
		Lácteos	No Lácteos	
2009	196 911 442	147 683 581,50	49 227 860,50	39 382 288,40
2010	227 426 928	170 570 196,00	56 856 732,00	45 485 385,60
2011	259 828 855	194 871 641,25	64 957 213,75	51 965 771,00
2012	287 734 474	215 800 855,52	71 933 618,51	57 546 894,81
2013	329 168 238	246 876 178,72	82 292 059,57	65 833 647,66

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Memorias PIL Andina S.A.

Teniendo en cuenta los datos presentados en la Tabla 3 se pronosticó las ventas netas de tal manera que podamos conocer dichas ventas en el periodo 2009-2020. Para tal efecto se utilizó la técnica de pronóstico por promedio móviles. El pronóstico de las ventas netas mediante promedio móviles se determina aproximando las ventas netas al promedio simple de las ventas anteriores; por ejemplo: las ventas para los 2014 y 2015, estaría dado por:

$$\text{Ventas Netas 2014} = \frac{\text{Ventas Netas 2009} + \dots + \text{Ventas Netas 2013}}{5}$$

$$\text{Ventas Netas 2015} = \frac{\text{Ventas Netas 2010} + \dots + \text{Ventas Netas 2014}}{5}$$

Haciendo uso de la técnica de pronóstico por promedios móviles se determinó las ventas netas para los años 2014-2020 y de dicho pronóstico se derivó la tendencia que seguiría las ventas de productos no lácteos y los referidos a la línea soya.

Tabla 4. Venta Neta de Productos en «PIL Andina S.A.».

Año	Venta Neta (US\$)	Ventas en Productos No Lácteos (US\$)	Ventas en Línea Soya (US\$)
2009	196 911 442	49 227 861	39 382 288
2010	227 426 928	56 856 732	45 485 386
2011	259 828 855	64 957 214	51 965 771
2012	287 734 474	71 933 619	57 546 895
2013	329 168 238	82 292 060	65 833 648
2014	260 213 987	65 053 497	52 042 797
2015	272 874 497	68 218 624	54 574 899
2016	281 964 010	70 491 003	56 392 802
2017	286 391 041	71 597 760	57 278 208
2018	286 122 355	71 530 589	57 224 471
2019	277 513 178	69 378 295	55 502 636
2020	280 973 016	70 243 254	56 194 603

Fuente: Elaboración propia con datos de Tabla 3.

Finalmente, teniendo en cuenta que al año 2020 se pronostica un aumento en las ventas correspondientes a la línea soya de 42,7% con respecto al año 2009, y que los índices inflacionarios están muy por debajo (3,66% para el año 2015, según el INE), el aumento en las ventas están referidos principalmente al aumento de la producción; en ese sentido, el análisis realizado nos permite deducir una oportunidad de expansión favorable para la línea soya.

3.2.1.4. Promoción del producto.

Ya en un contexto restringido a la línea soya y la promoción de su consumo, se tiene que el continuo aumento en la demanda de los productos no lácteos, entre ellos la línea de soya, resulta siendo un indicador importante de la demanda que se tiene de la leche de soya; en ese contexto: al año 2010 se tenía que la línea de soya, conformada por productos de leche, yogures y jugos con frutas, siguió con su continuo incremento en ventas. En dicho año, se apoyó principalmente, en una nueva y creativa campaña que destacaba los beneficios para la salud y calidad de vida de la leche de soya. La campaña se denominó «Soya Milenaria». (PIL Andina S.A., 2011).

La empresa «PIL Andina S.A.» como parte de la promoción de los productos que conforman la línea soya, tiene uno orientado principalmente a la educación para el consumo de leche de soya.

Uno de los ejes sobre lo que descansa buena parte de la promoción de los productos de «PIL Andina S.A.» está relacionado con la obtención en el año 2012 de la certificación de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés); en efecto: “La inocuidad y la calidad que mantiene Pil Andina

S.A. como una prioridad, le ha permitido cumplir satisfactoriamente con las exigencias de los consumidores locales y del exterior, que reconocen y valoran estas características” (PIL Andina S.A., 2014, p.13).



La inocuidad y la calidad que mantiene PIL Andina S.A. como una prioridad, le ha permitido cumplir satisfactoriamente con las exigencias de los consumidores locales y del exterior, que reconocen y valoran estas características.

Figura 14. Imagen promocional de la política de inocuidad de «PIL Andina S.A.».

Fuente: PIL Andina S.A. [En línea].

3.2.1.5. Comercialización de la leche de soya.

La línea soya está compuesta por tres productos, leche, yogures y jugos con frutas. La leche de soya es el producto más representativo de la línea y se comercializa tanto dentro del mercado boliviano como en el exterior. La comercialización de la leche de soya genera ingresos por ventas comerciales, subsidios, desayuno escolar, exportaciones y otros tipos de ventas. En el mercado boliviano, la comercialización de leche de soya, principalmente se realiza a través

de las oficinas comerciales y agencias de ventas de las plantas ubicadas en Cochabamba, La Paz y Santa Cruz.

La exportación de productos por parte de «PIL Andina SA» tiene una trayectoria de más de seis años, y se comercializa en: Senegal, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, entre otros; para tal efecto, todos los productos son embalados en cajas de cartón corrugado que aseguran que el producto llegue a su destino final en óptimas condiciones. Los productos de exportación de la línea soya, comprende principalmente el extracto de soya con jugo de fruta "Vive" cuya presentación es "en Envase Tetra Brik". (PIL Andina S.A., 2015).



PRODUCT	PACK	TYPE OF PACKAGING	UNITS PER CASE	CASE WEIGHT (kg)	CASE PER 40 ft CONTAINER	CASE DIMENSIONS (cm)	EAN UNIT	SHELF LIFE (Months)
PEACH	1500 mL	TETRA PACK	8	13.1	1476	29Lx18.8Wx25H	7772905004409	8
PEACH	200 mL	TETRA PACK	30	7.1	3248	41Lx16.5Wx12.7H	7772905004409	8
APPLE	1500 mL	TETRA PACK	8	13.1	1476	29Lx18.8Wx25H	7772905004409	8
APPLE	200 mL	TETRA PACK	30	7.1	3248	41Lx16.5Wx12.7H	7772905004409	8
ORANGE	1500 mL	TETRA PACK	8	13.1	1476	29Lx18.8Wx25H	7772905004409	8
ORANGE	200 mL	TETRA PACK	30	7.1	3248	41Lx16.5Wx12.7H	7772905004409	8
PINEAPPLE	1500 mL	TETRA PACK	8	13.1	1476	29Lx18.8Wx25H	7772905004409	8
PINEAPPLE	200 mL	TETRA PACK	30	7.1	3248	41Lx16.5Wx12.7H	7772905004409	8

El extracto de soya con jugo de fruta elaborado en «PIL Andina S.A.» es un producto UHT de larga vida. Su producción responde a las directrices de Buenas Prácticas de Manufactura. Este producto se presenta en varios sabores: Manzana, Piña, Durazno y Naranja.

Figura 15. Características de los productos de soya exportado por «PIL Andina S.A.».

Fuente: PIL Andina S.A. [En línea].

3.2.2. Análisis espacial.

El análisis espacial consistió en la descripción de la infraestructura física actual de la planta de procesamiento de leche de soya de «PIL Andina S.A. - Cochabamba»; dicha descripción actual, será tomado como línea de base para el estudio de la disponibilidad de los espacios físicos necesarios y suficientes para instalar la planta ampliada, así como en la determinación y asignación de las áreas y accesos a la misma.

3.2.2.1. Terreno.

La planta «PIL Andina S.A. - Cochabamba», tiene un área total de 78 178.203 m². Cuenta con cuatro plantas específicas de producción: la planta de producción de leche UHT, dulce de leche, mantequilla y queso crema (Planta 1); la planta de producción de yogurt, refrescos lácteos, refrescos artificiales y agua sin gas (Planta 2); la planta de proceso de leche de soya (Planta 3); y, la planta para la elaboración y envasado de margarina (Planta 4).

La planta de elaboración de leche de soya de «PIL Andina S.A. - Cochabamba», tiene un área de 599.4m² en el primer nivel (planta propiamente dicha) y de 29.31m² en el segundo nivel (oficina de supervisión). El primer nivel está dividido en dos partes la sala de proceso (328.86m²) y la sala de almacenamiento de soya y okara (270.54m²). La planta tiene una capacidad de procesamiento de 4000 kg/h, es decir, a una proporción de 800kg/h de granos de soya, 4300 kg/h de agua tratada y 200 kg/h de bicarbonato de sodio, dando un total de 5300kg/h, de los cuales 4000 kg/h son de leche de soya (proteína) y 1300 kg/h son de okara (fibra).

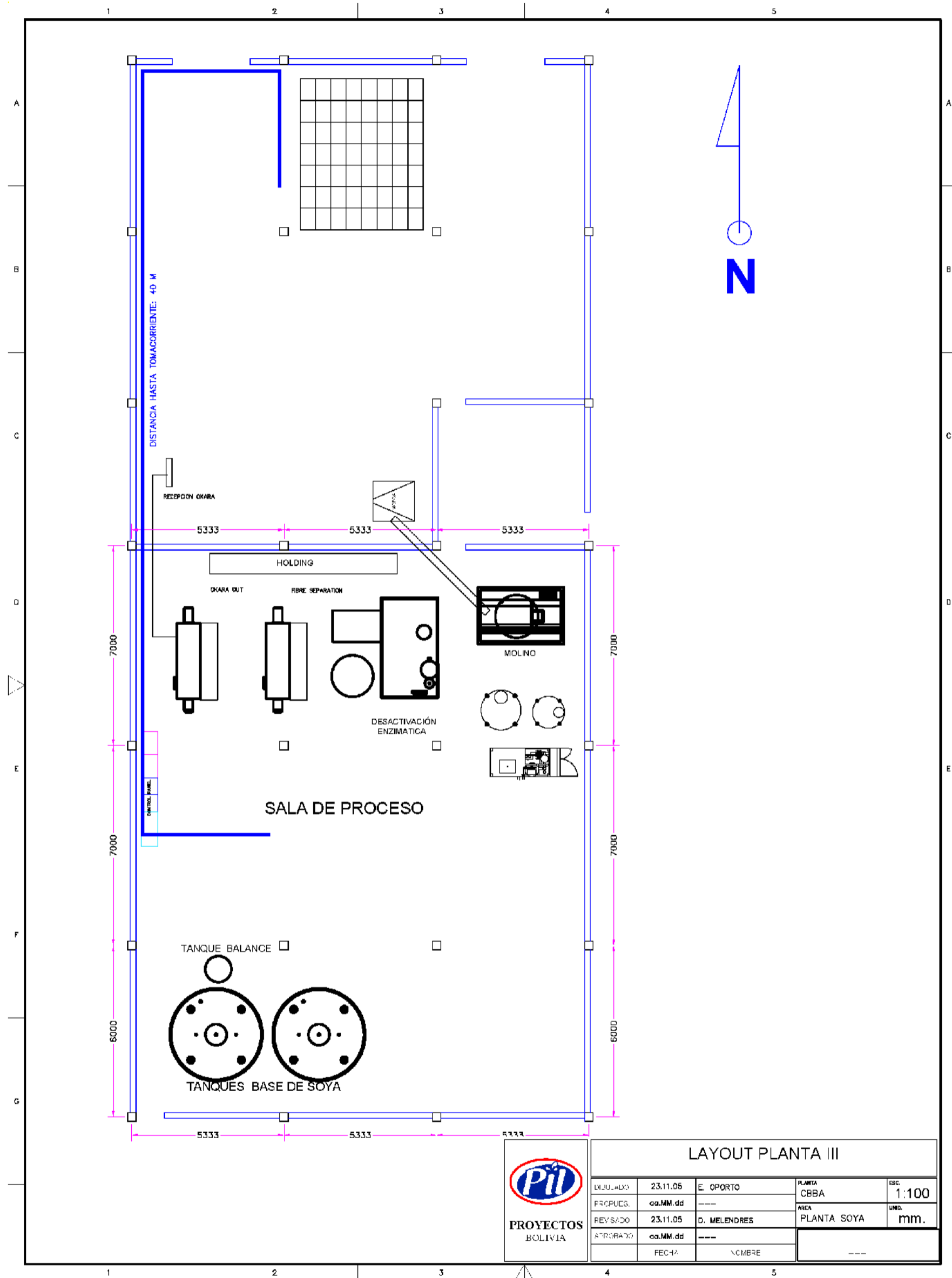


Figura 16. Plano de la planta de leche de soya de «PIL Andina SA. - Cochabamba».
Fuente: PIL Andina SA. (2004). Proyecto: "Planta 3".

3.2.2.2. Áreas.

Las áreas principales de la planta de elaboración de leche de soya de «PIL Andina S.A. - Cochabamba», son: la sala de procesos en el centro, la sala para la recepción de okara al norte, la sala de tanques al sur de la planta, y un hall que comunica las salas de okara con la de proceso. Todas las áreas acabadas de señalar abarcan una superficie de 599.4m² y están localizadas en el primer nivel de la planta. Otra área ubicada en el segundo nivel lo constituye la oficina de supervisión, dicha área abarca una superficie de 29.31m².

3.2.2.3. Accesos.

Los accesos pueden diferenciarse entre accesos externos y accesos internos. Los primeros constituyen aquellos que proviniendo desde cualquiera de las plantas específicas de la planta «PIL Andina S.A. - Cochabamba» o desde el exterior a la misma, permiten el ingreso a cualquiera de las áreas de la planta de elaboración de leche de soya; en esta planta tenemos: El acceso vía hall, el acceso vía sala de tanques y los accesos vía sala de okara.

Ya en el interior de la planta, existe accesos que comunican un área con otro (accesos internos), dichos accesos son: el acceso desde hall hacia sala de okara, el acceso desde hall hacia sala de procesos y viceversa; y, el acceso desde sala de procesos hacia la sala de tanques y viceversa.

3.2.2.4. Instalaciones.

Las instalaciones son zonas específicas de la planta de elaboración de leche de soya que contienen a maquinarias y equipos que por sus características de

manipulación y control requieren un área mínima determinada como zona de operación sin perturbación; en ese sentido, las instalaciones de la planta en mención, son: instalaciones para los tanques base de soya y tanque balance; las instalaciones para la desactivación enzimática; las instalaciones para recepción de okara; las instalaciones para separación de fibra; las instalaciones para molienda; y, las instalaciones para el control de proceso.

3.2.3. Análisis funcional.

El análisis funcional consistió en el estudio de las directrices y/o lineamientos a tenerse en cuenta durante la implementación, funcionamiento y cierre de la planta ampliada.

3.2.3.1. Lineamientos para la implementación.

La implementación es el proceso que prosigue al diseño y construcción de la planta, por lo tanto, una vez terminada la construcción del área de producción de leche de soya, se procederá a verificar que las instalaciones eléctricas, de agua potable, canales de drenaje, además de los pisos, paredes y otros detalles estén acorde al diseño elaborado.

En un contexto referido a los servicios industriales, la implementación estará referida a la instalación y posterior verificación de:

- El buen funcionamiento de las calderas, tuberías, válvulas y demás dispositivos y componentes del sistema de vapor.
- El buen funcionamiento de los tanques, tuberías, válvulas, bombas y demás dispositivos y componentes del sistema de agua potable.

- El buen funcionamiento de los filtros, tuberías, válvulas, bombas y demás dispositivos y componentes del sistema de agua tratada.
- El buen funcionamiento del compresor, tuberías, válvulas y demás dispositivos y componentes del sistema de aire comprimido.
- El buen funcionamiento de la refrigeración por amoniaco, del suministro de agua helada, de las tuberías, de las válvulas, de las bombas, y, de los demás dispositivos y componentes del sistema de enfriamiento.
- El buen funcionamiento de los equipos eléctricos, de los aparatos de iluminación, y, de los demás dispositivos y componentes del sistema eléctrico.

3.2.3.2. Consideraciones de funcionamiento.

Las consideraciones para el funcionamiento de la planta de elaboración de leche se refieren a cómo la planta, como sistema, ejecutará las funciones propias asignadas mediante el diseño previo de la misma; en orden a la concreción de las tareas y trabajos realizados de manera satisfactoria.

Las consideraciones para el funcionamiento de la planta de elaboración de leche establece los lineamientos para el funcionamiento de la misma, básicamente considera el despliegue de las tareas para lo cual fue ideado y pensado la planta; en ese sentido, para asegurar la funcionalidad de la planta se creyó conveniente que se realizaran a la misma cuatro pruebas básicas que garantizarían dicha funcionalidad; a grandes rasgos dichas pruebas se describen a continuación:

- *Pruebas de operación y mantenimiento:* estas pruebas abarcaran los siguientes aspectos: preparación de la leche saborizada, operación de las máquinas y demás equipos e instrumentos; además de resolver problemas que puedan presentar la máquina. Ligado a esta prueba debe estar el proceso de capacitación de personal.
- *Pruebas de producción:* las pruebas de producción de leche de soya estarán orientados a detectar problemas en el producto en sí, por ejemplo asegurar que la leche no se cuaje (no se produzca leche cortada) antes del tiempo indicado. De presentarse algún problema de producción, se debe verificar que los operarios cumplan con las buenas prácticas establecidas; también se debería verificar la limpieza de la soya, los cuidados durante el proceso y la limpieza que se da a la máquina al iniciar y al terminar la jornada de trabajo.
- *Pruebas de Gestión:* Las pruebas de gestión que están referidas a los indicadores de gestión, principalmente los referidos al análisis de eficiencia y productividad de la planta. En ese respecto, es de destacar que el uso de indicadores disminuye la subjetividad y la incertidumbre de los resultados de los procesos.
- *Pruebas de calidad:* Las pruebas de calidad tienen que ver con conocer en dónde y qué controlar durante el proceso productivo, así como el estudio íntegro de los alimentos, es decir hacer el análisis bromatológico del producto que consiste en realizar el análisis químico, físico, higiénico (microorganismos y toxinas), hacer el cálculo de las dietas en las diferentes especies y ayudar a la conservación y el tratamiento de la leche de soya.

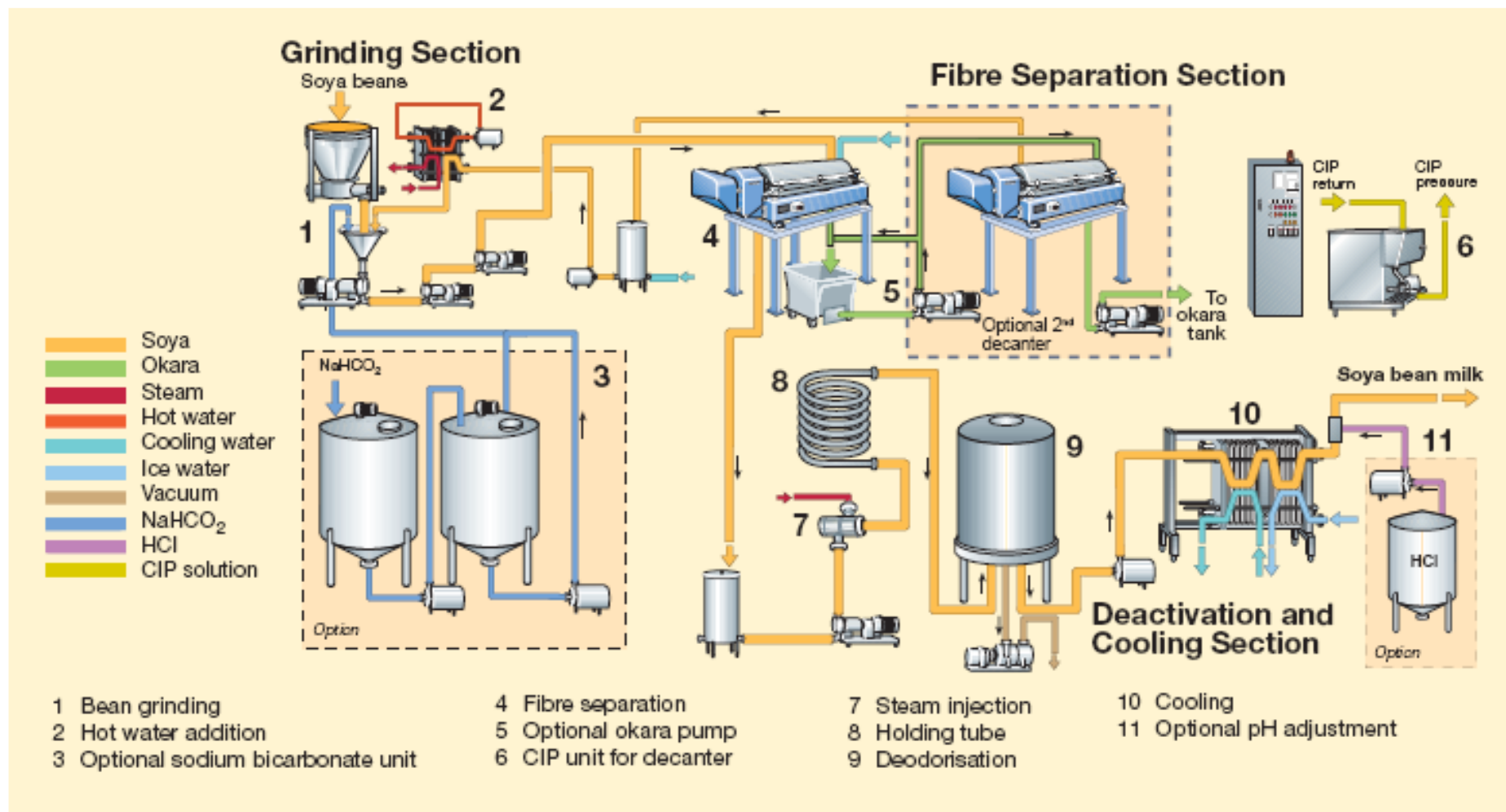


Figura 17. Funcionamiento básico de una Planta de Leche de Soya.

Fuente: Programa de capacitación vinculado al proyecto de diversificación industrial de PIL Andina - Cochabamba.

3.2.3.3. Consideraciones de parada.

Las paradas en el funcionamiento de la planta de leche de soja ampliada será debido principalmente a dos eventos: la parada por falla y las paradas por mantenimiento programado o no.

Ante la presencia de una falla, se ejecutará el denominado mantenimiento correctivo, este tipo de mantenimiento es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos; este tipo de mantenimiento se realiza luego de que ocurra una falla o avería en los equipos o maquinarias. Las tareas de mantenimiento correctivo se realizarán con la intención de recuperar la funcionalidad de la planta, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función asignada. En ese sentido, es de hacer notar que una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades: detección del fallo, localización del fallo, desmontaje, recuperación o sustitución, montaje, pruebas y verificación.

Por otro lado, ante la sospecha o detección de un evento que podría obstaculizar el funcionamiento óptimo de la planta de elaboración de leche de soja; se realizará el denominado mantenimiento preventivo. Dicho mantenimiento como condición de parada se remitirá a acciones que tiene que ver con reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Dicho mantenimiento se hará en períodos de tiempos establecido bajo calendario o debido al uso de los equipos (tiempo dirigido por el manual de operación y funcionamiento de los fabricantes). Las tareas a realizarse como parte del mantenimiento preventivo, serán: desmontaje, recuperación o sustitución, montaje, pruebas y verificación.

3.2.3.4. Lineamientos para el cierre de planta.

Para efectos prácticos de cierre de la planta procesadora de leche de soya, se considera los pasivos ambientales que ésta pueda generar así como los residuos sólidos generados y su disposición final. Se tomarán esas medidas para el cierre de planta debido a que, aquellos elementos tales como instalaciones, edificaciones, superficies afectadas por vertidos, depósitos de residuos, áreas de talleres, parques de maquinaria, etc.; constituyen un riesgo potencial permanente para la salud y seguridad de la población, para la biodiversidad y para el medio ambiente.

Lineamientos generales a tenerse en cuenta durante el cese de operaciones y cierre definitivo de planta, tienen que ver con el inventario de los pasivos ambientales y de los residuos sólidos. Dicho inventario constituye el paso previo a la remediación, es decir, es el paso previo antes de aplicar un conjunto de acciones y medidas adecuadas para el control, reducción o eliminación del riesgo, para la vida o salud de las personas o para el medio ambiente, de un pasivo ambiental o de los residuos sólidos. El pasivo ambiental es contaminante; pero los residuos sólidos no necesariamente son contaminantes, pero pueden afectar el entorno obstaculizando el paso, afectando el flujo de aire, distorsionando el paisaje, etc.; es por eso que dichos elementos deben reducirse hasta un grado tal que el riesgo de afectación de los mismos, llegue a un nivel aceptable y su impacto en el ambiente sea no significativo.

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Capítulo 4

4.1. Línea de Base para la Propuesta.

Para el presente proyecto, se consideró específicamente los servicios industriales propios de una planta de procesamiento de granos de soya para la elaboración de leche; en ese sentido, se consideraron los siguientes servicios industriales: sistema de vapor, sistema de agua potable, sistema de agua tratada, sistema de aire comprimido, sistema de enfriamiento y el sistema eléctrico.

La actual planta de procesamiento de grano de soya de PIL Andina – Cochabamba, tiene una capacidad de 4000 kg/h, es decir, a una proporción de 800kg/h de granos de soya, 4300 kg/h de agua tratada y 200 kg/h de bicarbonato de sodio, dando un total de 5300kg/h, de los cuales 4000 kg/h son de leche de soya (proteína) y 1300 kg/h son de okara (fibra). Los datos de la proporción entre la materia prima (grano de soya) y el producto final (leche de soya), se presenta en el cuadro que prosigue.

Cuadro 7. Proporción de materia prima con producto final

ITEM	MAT.PRIMA	CANT.	TOTAL	PROD.FINAL	CANT.FINAL
1.	Grano de soya	800 kg/h	5300 kg/h	PROTEÍNA DE SOYA	4000kg/h
2.	Agua tratada	4300 kg/h			
3.	Bicarbonato de sodio	200 kg/h		FIBRA DE SOYA	1300kg/h

Fuente: Programa de capacitación vinculado al proyecto de diversificación industrial de PIL Andina – Cochabamba.

Por otro lado, cabe recordar que el diseño e implementación de los servicios industriales para la planta de producción de leche de soya de 8000 kg/h, es una ampliación de la capacidad productiva de la actual planta de PIL Andina ubicada en la ciudad de Cochabamba – Bolivia.

Asimismo, la planta propuesta estará ubicada dentro del actual terreno de planta PIL ANDINA S.A – Cochabamba. Entonces, es de resaltar que la propuesta no incluye aspectos relacionados con las obras civiles y arquitectónicas; es decir, se asume que los requerimientos de construcción están dados y en óptimas condiciones de ser usados, consecuentemente, se asume que el terreno, las áreas, los accesos y las instalaciones de la planta son los más adecuados para implementar la propuesta.

Finalmente, para la elección de las máquinas, equipos y componentes de los servicios industriales, se tomó en cuenta los mismos criterios que rigieron para la implementación de la planta actual de 4000 Kg/h; es decir, se tuvo en consideración aspectos relacionados con el precio de los equipos, la asistencia técnica de la empresa responsable de la venta de los equipos (tanto en personal técnico como en la venta de repuestos), y, aquellos equipos que garantizan un mejor sabor de producto terminado.

4.2. Diseño de la Propuesta.

El diseño de la propuesta estuvo abocado a justificar desde una perspectiva técnica la pertinencia en optar por determinadas maquinarias, equipos y dispositivos necesarios y suficientes para procesar 8 000 kg/h de granos de soya que nos permita obtener leche de dicho grano. El proceso de cálculo y selección de

las maquinarias, equipos y dispositivos que componen los servicios industriales se realizó en términos de los siguientes sistemas: vapor, agua potable, agua tratada, aire comprimido, enfriamiento y eléctrico.

4.2.1. Diseño del sistema de vapor.

Para el presente proyecto, se consideró específicamente los servicios industriales – sistema de calor que alimentarán a la planta en función a su capacidad de procesamiento de grano de soya, en ese sentido, se tuvo en cuenta que el consumo de vapor del equipo, proporcionado por la empresa fabricante del equipo, en base al cual se adquirirá el generador de vapor, el cual trae consigo la selección de bombas de agua y como parte final la selección de las tuberías y accesorios a ser usados en la planta, el consumo de agua de la planta, el consumo de aire, frío y la electricidad que será necesaria en dicha planta.

La forma como se configura el sistema de vapor en relación con la planta procesadora se representa mediante el diagrama siguiente:

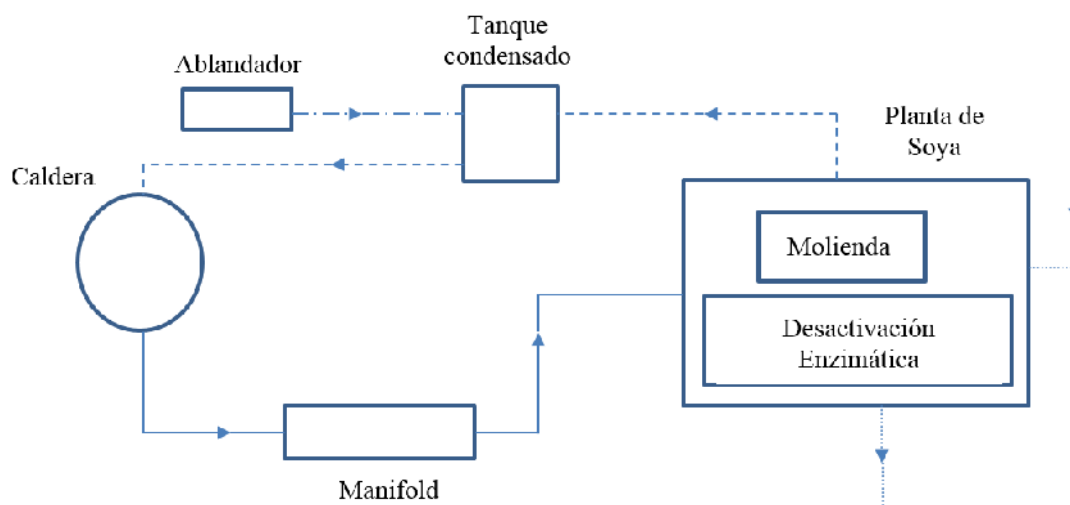






Figura 18. Sistema de vapor en una Planta de Leche de Soya.

Fuente: Elaboración propia.

Para aclarar el diagrama presentado anteriormente, sobre todo las referidas a las líneas direccionales, en la tabla que prosigue se presentan la leyenda que indica la interpretación de la simbología usada.

Tabla 5. Leyenda de la Figura 14.

LEYENDA	
	Vapor
	Condensado
	Agua
	Soya

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se indica el consumo de vapor del equipo de la Planta Procesadora de Leche de Soya de 8000kg/h. Datos proporcionados por el mismo fabricante.

Tabla 6. Consumo de Vapor en Planta 3

ITEM	EQUIPO	CNT.	PRESIÓN DE TRABAJO	CONSUMO DE VAPOR UNITARIO (KG/H)	CONSUMO DE VAPOR TOTAL (KG/H)
1.	Intercambiador de calor de etapa de molienda	2	6 bar	1100	2200
2.	Intercambiador en la etapa de desactivación enzimática	2	6 bar	1300	2600
3.	Equipos de limpieza CIP	1	6 bar	600	600
4.	Bicarbonato de sodio	2	6 bar	300	600
5.	Mezcladores de agua-vapor	2	6 bar	100	200
		TOTAL			6200

Fuente: Datos de fabricante Tetra Alwin Soy (Tetra Pak).

4.2.1.1. Selección de la caldera.

Para calcular la caldera ideal para este proceso se tiene flujo de vapor real del proceso que se obtiene mediante la fórmula:

$$\dot{m}_{vr} = \dot{m}_v \times Fe \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

\dot{m}_{vr} : Flujo másico real.

\dot{m}_v : Flujo másico de vapor.

Fe: Factor de evaporación.

Se tiene las siguientes condiciones de trabajo para el área de servicios:

- Temperatura de agua de alimentación: 80°C.
- Presión de trabajo: 10,5bar.
- Consumo de vapor total: 6200 kg/h

De tablas (Ver: Anexo 4.1), se obtiene que el valor de Fe, en base a las condiciones de trabajo antes mencionadas, es: Fe=1,083. Luego, reemplazando los valores en la ecuación del flujo másico real, se tiene:

$$\dot{m}_{vr} = 6200 \frac{Kg}{h} \times 1,083$$

$$\dot{m}_{vr} = 6714,6 \frac{Kg}{h}$$

Procedemos entonces a seleccionar la caldera, para lo cual necesitamos la potencia que tendría la caldera, la cual la hallamos mediante la siguiente formula.

$$BHP = \frac{\dot{m}_{vr} (h_g - h_f)}{35322} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

BHP: Caballo de vapor en calderas.

\dot{m}_{vr} : Flujo másico real.

h_g : Entalpía de vapor saturado a la presión de trabajo (10,5bar).

h_f : Entalpía de líquido saturado a la temperatura de trabajo (80°C).

Además:

- 1 BHP es igual a la evaporación de 15,65 kg-agua/h, a los 100°C. De tablas se tiene que el valor de la entalpía de vaporización (100°C) del agua es de 2257,0 kJ/kg; por lo tanto:

$$15,65 \frac{kg \text{ agua}}{h} \times 2257 \frac{kJ}{kg \text{ agua}} = 35322 \frac{kJ}{h}$$

- Los valores de h_f y h_g los conseguimos del anexo 4.2 y 4.3, para una temperatura de 80°C y una presión de 10,5 bares respectivamente

$$h_{g/10,5bar} = 2779,76 \frac{kJ}{kg} \quad h_{f/80^\circ C} = 334,91 \frac{kJ}{kg}$$

Entonces, remplazando en la ecuación anterior:

$$BHP = \frac{6714,6 * (2779,76 - 334,91)}{35322}$$

$$BHP = 464,76 BHP \approx 500 BHP$$

Del anexo 4.4 seleccionamos la caldera de 500BHP; cabe mencionar que en la planta ya existen dos calderas, una de 500BHP y otra de 250BHP, las cuales descargan su vapor hacia un mismo manifold (distribuidor de vapor No1) y de éste se estará enviando una línea de vapor hacia el manifold de la caldera nueva de 500BHP (distribuidor de vapor 2), para que en caso de que haya alguna falla en la caldera nueva de 500BHP se envía vapor desde las otras dos calderas ya existentes.

El combustible que utilizan las calderas es gas natural, que viene por tubería hacia una unidad reductora de presión y de allí va hacia las calderas propiamente dichas.

4.2.1.2. Selección de las tuberías de vapor.

a.) Manifold de vapor

La salida de vapor de la caldera seleccionada va a ir directamente hacia un manifold o colector de vapor (distribuidor de vapor 2), desde el cual se enviará el vapor hacia la planta de proceso de leche de soya, esquematizado en la figura 18.

Procedemos, entonces, a diseñar el colector de vapor de la nueva caldera de 500BHP.

Se emplea la fórmula

$$Di = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{m}_v \cdot v}{3600 \cdot \pi \cdot \omega}} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

Di: Diámetro interno de la tubería

\dot{m}_v : Flujo de vapor.

v: Volumen específico del fluido

ω : velocidad del fluido

Por experiencia, se recomienda asumir el flujo de vapor en 1,5 veces la producción del vapor de la caldera.

Hallando entonces el valor del flujo másico de vapor del distribuidor o manifold tenemos que:

$$\dot{m}_{vd} = 6714,6 \text{ kg/h} * (1,5)$$

$$\dot{m}_{vd} = 10\ 071,9 \text{ kg/h}$$

El distribuidor es la última válvula de seguridad, por lo que debe soportar 1,5 veces la presión de vapor de la caldera.

En el anexo 4.5 se indican las velocidades recomendadas para fluidos:

TABLA 7: Velocidades Recomendadas para fluidos

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA VAPOR SATURADO	
Presión [bar]	Velocidad “ω” [m/s]
0 – 1	Hasta 10
1 – 2	10 – 15
2 – 5	15 – 25
5 – 10	25 – 35
10 – 40	35 – 40
>40	Hasta 60
VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA CONDENSADO	
Tubería	Velocidad “ω” [m/s]
Entre el intercambiador de calor y la trampa.	0,5
Tubería de entrada de la bomba del condensador	0,5 – 1
Tubería de salida de la bomba del condensador	1.5 – 2

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA AGUA	
Tubería	Velocidad “ ω ” [m/s]
Tubería de entrada de la bomba de agua de refrigeración.	0,7 – 1,5
Tubería de salida de la bomba de agua de refrigeración.	1,3 – 3,5
Tubería de entrada a la bomba de agua de alimentación.	0,5 – 1
Tubería de salida a la bomba de agua de alimentación.	1,5 – 3,5
Agua potable	01 – 02
VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA OTROS FLUIDOS	
Fluido	Velocidad “ ω ” [m/s]
Vapor flash con condensado.	15 – 20
Vapor sobrecalentado.	50 – 70
Aceites ligeros (succión).	0,3 – 1,2
Aceites ligeros (descarga).	1,2 – 2,4
Aceites viscosos (succión).	0,3 – 0,6
Aceites viscosos (succión).	1 – 1,5

Fuente: Diseño de Plantas Industriales – Referencia 7

Tenemos como dato entonces:

\dot{m} : 10 071,9 kg/h

$v_{p/10.5}$: 0,1869 m³/kg (anexo 4.3)

ω : 35 m/seg, (anexo 4.5)

Remplazando en ecuación No3, tenemos que:

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 10\ 071,9 * 0,1869}{3600 * 3,1416 * 35}}$$

$$Di = 0,13792m \cong 137,92mm \approx 5,43''$$

Teniendo en cuenta que el colector o manifold estará recibiendo flujo del manifold ya existente proveniente de las otras dos calderas, esto en caso de pérdida de presión de vapor o simplemente por el no funcionamiento de esta caldera nueva, es que se asume el diámetro del manifold de 8". El manifold tendrá una longitud de 2000mm, con dos ingresos de vapor, uno desde la caldera nueva y el otro desde el otro colector de vapor; a la vez tendrá dos líneas de salida de vapor, una salida hacia la planta de soya y una salida con brida ciega para una futura conexión.

Calculando ahora el espesor de la pared de la tubería, se tiene la siguiente fórmula:

$$t_m = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot [(S \cdot E) - (P \cdot Y)]} + C \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

t_m : espesor mínimo de la pared del tubo [plg].

P : presión interna de diseño, igual a 1,5 veces la presión de trabajo [psi].

D_i : diámetro interior del tubo [pulg].

S : esfuerzo máximo permisible en el material por presión interna a la temperatura de diseño [PSI]. Para material ASTM A-53-B = 15000 lb/plg²; según tabla de anexo 4.6

E : factor de eficiencia de la junta soldada entre tubos. Para juntas al tope = 0,60; según anexo 4.7.

Y : coeficiente según material, igual a 0,4 para aceros austeníticos o ferríticos según tabla de anexo 4.8

C : margen o espesor adicional que se añade al roscado, resistencia mecánica y corrosión [pulg]. Igual a 0,065 pulgadas cuando el diámetro es mayor a 1 pulgada y 0,05 cuando son menores a 1 pulgada, según anexo 4.9

Reemplazando en la ecuación (4)

Teniendo como datos:

10.5 bar ~ 152,29 psi

P: 1,5*152,29= 228.44 psi

Di: 8 pulg, (anexo 4.10)

S: 15000 psi

E: 0,60

Y: 0,4

C: 0,065 pulg

$$t_m = \frac{228,44 * 8,625}{2 * [(15000 * 0,60) - (228,44 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,2862 \text{ pulg.} \approx 7,27 \text{ mm}$$

Estandarizando, según tabla anexo 4.10:

Cuadro 8. Tubería necesaria para manifold de vapor

Número de cédula	Sch 80
Diámetro nominal	8"
Espesor de pared	0,500"

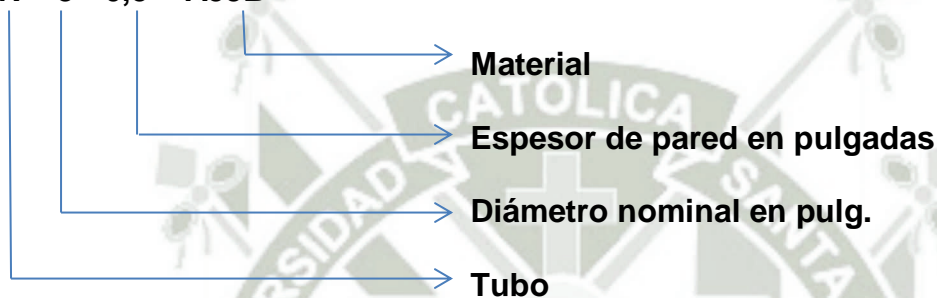
Fuente: Elaboración propia.

Se seleccionó una tubería sch-80 debido a que está recibiendo la presión de vapor directa de la caldera, sin pasar por ningún reductor de presión, por lo que por experiencia, se aconseja que dicha plancha sea sch-80.

Estandarizando, según anexo 4.10

Identificación:

R – 8 * 0,5 – A53B



Calculando ahora las diferentes tuberías de vapor que tendremos en planta, tomando en cuenta el inicio del flujo de vapor y la diferencia de tuberías empleadas según el recorrido de éste podemos empezar calculando lo siguiente:

b.) Línea de vapor que va de la caldera al manifold de vapor

Hallando el diámetro interno:

$$\dot{m} : 10\,071,9 \text{ kg/h}$$

$$v_{p/10,5} : 0,1869 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ anexo 4.3}$$

$$\omega : 35 \text{ m/s}, \text{ de anexo 4.5}$$

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 10\,071,9 * 0,1869}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,1379\text{m} \cong 137,9\text{mm} \approx 5,43''$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

$$P : 1,5 * P_{trabajo} = 1,5 * 152.29 = 228,44 \text{psi}$$

$$D_i : 5,43''$$

$$S : 15000 \text{ lb/pulg}^2.$$

$$E : 0,6 \text{ para juntas al tope,}$$

$$Y : 0,4$$

$$C : 0,065''$$

$$t_m = \frac{228,44 * 5,43}{2 * [(15000 * 0,6) - (228,44 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,1346 \text{pulg} \approx 3,42 \text{mm}$$

Estandarizando según la anexo 4.10:

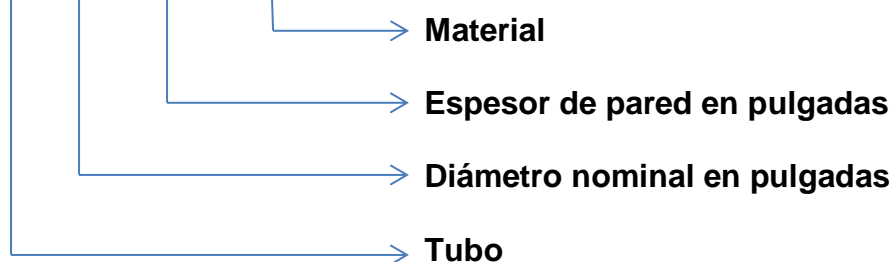
Cuadro 9. Tubería de vapor que va de la caldera al manifold de vapor

Número de cédula	Sch 80
Diámetro nominal	6"
Espesor de pared	0,432"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R - 6 x 0,432 - A53B



c.) Línea de vapor que va del manifold de vapor a la estación reductora de presión de la planta de soya

Hallando entonces el diámetro interno de la línea matriz

$$\dot{m} : 10\,071,9 \text{ kg/h}$$

$$v_{p/10,5} : 0,1869 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ de anexo 4.3}$$

$$\omega : 35 \text{ m/s}, \text{ de anexo 4.5}$$

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 10\,071,9 * 0,1869}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,13792\text{m} \approx 137,92\text{mm} \approx 5,43''$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

$$P : 152,29 \text{ psi} * 1,5 = 228,44 \text{ psi}$$

$$Di : 5,43''$$

$$S : 15000 \text{ lb/pulg}^2.$$

$$E : 0,6 \text{ para juntas al tope, anexo 4.7}$$

$$Y : 0,4, \text{ anexo 4.8}$$

$$C : 0,065'', \text{ anexo 4.9}$$

$$t_m = \frac{228,44 * 5,43}{2 * [(15000 * 0,6) - (228,44 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,13462\text{pulg} \approx 3,42\text{mm}$$

Estandarizando según la anexo 4.10:

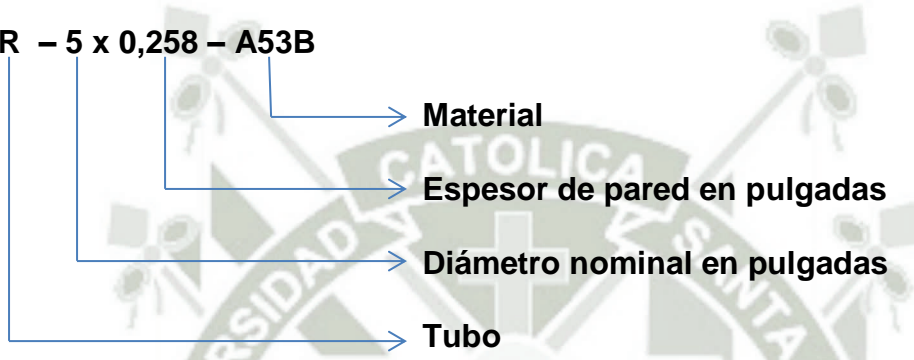
Cuadro 10. Línea de vapor que va del manifold de vapor hacia estación reductora de presión de vapor

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	5"
Espesor de pared	0,258"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R – 5 x 0,258 – A53B



d.) Línea de vapor que va de la estación reductora de presión a la planta de leche de soya

Hallando entonces el diámetro interno de la línea matriz

\dot{m} : 7 824,47 kg/h (sacado de catálogo de calderas de 500BHP)

$v_{p/6}$: 0,3157 m³/kg, anexo 4.3

ω : 35 m/s, de anexo 4.5

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 7\,824,47 * 0,3157}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,15799m \cong 157,99mm \approx 6,2"$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

$$P : 87,02 \text{ psi} * 1.5 = 130,53 \text{ psi}$$

Di : 6,2”

S : 15000 lb/pulg²., anexo 4.6

E : 0,6 para juntas al tope, según anexo 4.7

Y : 0,4, anexo 4.8

C : 0,065”, anexo 4.9

$$t_m = \frac{130,53 * 6,2}{2 * [(15000 * 0,6) - (130,53 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,1101 \text{ pulg} \approx 2,80 \text{ mm}$$

Estandarizando según anexo 4.10:

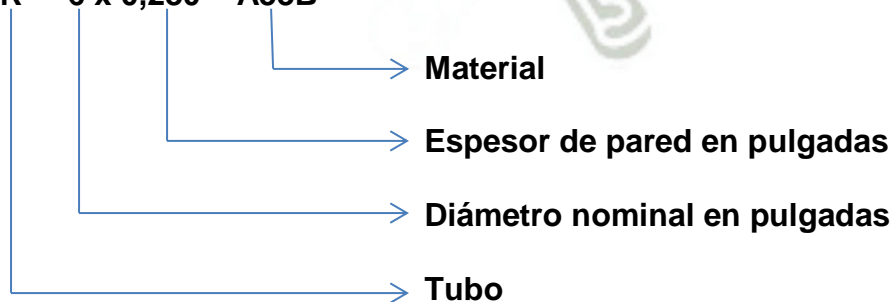
Cuadro 11. Línea de vapor que va de la estación reductora de presión de vapor hacia planta de proceso de leche de soya

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	6"
Espesor de pared	0,280"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R – 6 x 0,280 – A53B



e.) Línea de vapor que va a la zona de molienda

Hallando entonces el diámetro interno de la línea

$$\dot{m} : 2\,200 \text{ kg/h}$$

$$v_{p/6} : 0,3157 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ anexo 4.3}$$

$$\omega : 35 \text{ m/s}, \text{ , anexo 4.5}$$

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 2\,200 * 0,3157}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,083776\text{m} \approx 83,78\text{mm} \approx 3,3''$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

$$P : 87,02 \text{ psi} * 1,5 = 130,53 \text{ psi}$$

$$Di : 3,3''$$

$$S : 15000 \text{ lb/pulg}^2, \text{ anexo 4.6}$$

$$E : 0,6 \text{ para juntas al tope, anexo 4.7}$$

$$Y : 0,4, \text{ anexo 4.8}$$

$$C : 0,065'', \text{ anexo 4.9}$$

$$t_m = \frac{130,53 * 3,3}{2 * [(15000 * 0,6) - (130,53 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,09870 \text{ pulg} \approx 2,51 \text{ mm}$$

Estandarizando según anexo 4.10:

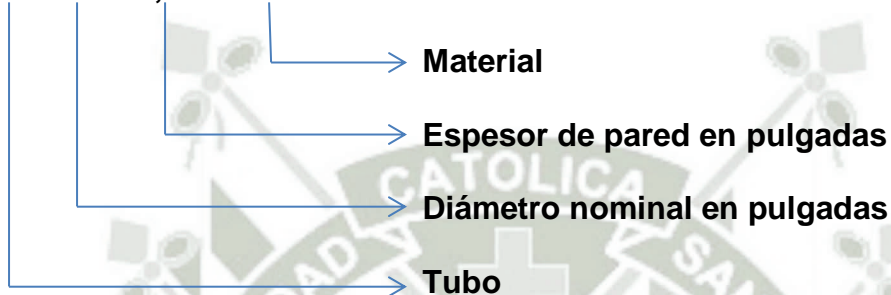
Cuadro 12. Línea de vapor que va a la zona de molienda

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	3½"
Espesor de pared	0,226"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R – 3½ x 0,226 – A53B



f.) Línea de vapor que va a la zona de desactivación enzimática

Hallando entonces el diámetro interno de la línea

$$\dot{m} : 2\,600 \text{ kg/h}$$

$$v_{p/6} : 0,3157 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ anexo 4.3}$$

$$\omega : 35 \text{ m/s}, \text{ anexo 4.5}$$

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 2\,600 * 0,3157}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,091074m \cong 910,74mm \approx 3,6"$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

$$P : 87,02 \text{ psi} * 1.5 = 130,53 \text{ psi}$$

$$Di : 3,6"$$

$$S : 15000 \text{ lb/pulg}^2, \text{ anexo 4.6}$$

E : 0,6 para juntas al tope, anexo 4.7

Y : 0,4, anexo 4.8

C : 0,065", anexo 4.9

$$t_m = \frac{130,53 * 3,6}{2 * [(15000 * 0,6) - (130,53 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,091182 \text{ pulg} \approx 2,32 \text{ mm}$$

Estandarizando según anexo 4.10:

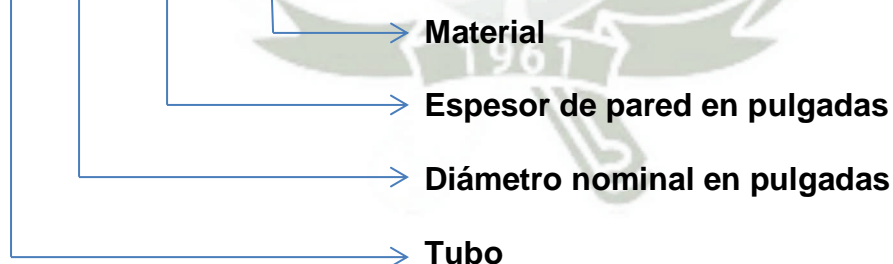
Cuadro 13. Línea de vapor que va a la zona de desactivación enzimática

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	3½"
Espesor de pared	0,226"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R – 3½ x 0,226 – A53B



g.) Línea de vapor que va al módulo CIP

Hallando entonces el diámetro interno de la línea

\dot{m} : 600 kg/h

$v_{p/6}$: 0,3157 m³/kg, anexo 4.3

ω : 35 m/s, anexo 4.5

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 600 * 0,3157}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,043750m \cong 43,54mm \approx 1,72''$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

P : 87,02 psi*1.5=130,53psi

Di : 1,72''

S : 15000 lb/pulg², anexo 4.6

E : 0,6 para juntas al tope, anexo 4.7

Y : 0,4, anexo 4.8

C : 0,065'', anexo 4.9

$$t_m = \frac{130,53 * 1,72}{2 * [(15000 * 0,6) - (130,53 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,077518pulg \approx 1,97mm$$

Estandarizando según anexo 4.10:

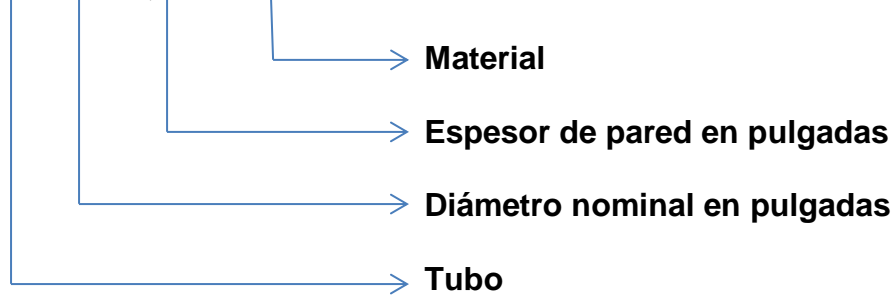
Cuadro 14. Línea de vapor que va a la zona de limpieza CIP

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	2''
Espesor de pared	0,154''

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R – 2 x 0,154 – A53B



h.) Línea de vapor que va al tanque de bicarbonato de sodio

Hallando entonces el diámetro interno de la línea

\dot{m} : 600 kg/h

$v_{p/6}$: 0,3157 m³/kg, anexo 4.3

ω : 35 m/s, anexo 4.5

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 600 * 0,3157}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,043750m \cong 43,54mm \approx 1,72''$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

P : 87,02 psi*1.5=130,53psi

Di : 1,72''

S : 15000 lb/pulg², anexo 4.6

E : 0,6 para juntas al tope, anexo 4.7

Y : 0,4, anexo 4.8

C : 0,065'', anexo 4.9

$$t_m = \frac{130,53 * 1,72}{2 * [(15000 * 0,6) - (130,53 * 0,4)]} + 0,065$$

$$t_m = 0,077509 \text{ pulg} \approx 1,97 \text{ mm}$$

Estandarizando según anexo 4.10:

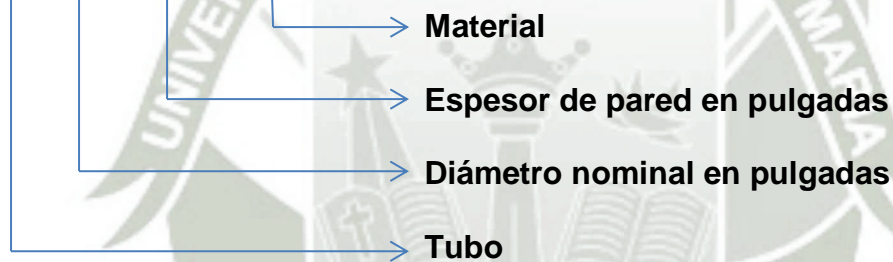
Cuadro 15. Línea de vapor que va a la zona de bicarbonato de sodio

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	2"
Espesor de pared	0,154"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R - 2 x 0,154 - A53B



i.) Línea de vapor que va al mezclador agua-vapor

Hallando entonces el diámetro interno de la línea

$$\dot{m} : 200 \text{ kg/h}$$

$$v_{p/6} : 0,3157 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ anexo 4.3}$$

$$\omega : 35 \text{ m/s}, \text{ anexo 4.5}$$

$$Di = \sqrt{\frac{4 * 200 * 0,3157}{3600 * \pi * 35}}$$

$$Di = 0,025259 \text{ m} \cong 25,26 \text{ mm} \approx 0,99''$$

Ahora, hallando el espesor mínimo:

P : 87,02 psi*1.5=130,53psi

Di : 0,99"

S : 15000 lb/pulg².

E : 0,6 para juntas al tope, según tabla A-2

Y : 0,4

C : 0,05"

$$t_m = \frac{130,53 * 0,99}{2 * [(15000 * 0,6) - (130,53 * 0,4)]} + 0,05$$

$$t_m = 0,057200\text{pulg} \approx 1,45\text{mm}$$

Estandarizando según anexo 4.10:

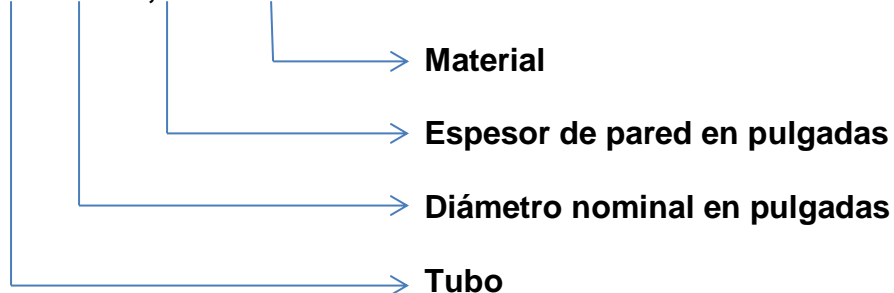
Cuadro 16. Línea de vapor que va al mezclador agua-vapor

Número de cédula	Sch 40
Diámetro nominal	1"
Espesor de pared	0,133"

Fuente: Elaboración propia.

Identificación:

R - 1 x 0,133 - A53B



j.) Selección de la bomba de alimentación de agua a la caldera

Se tiene el siguiente croquis como esquema de la caldera y bomba de alimentación a ésta:

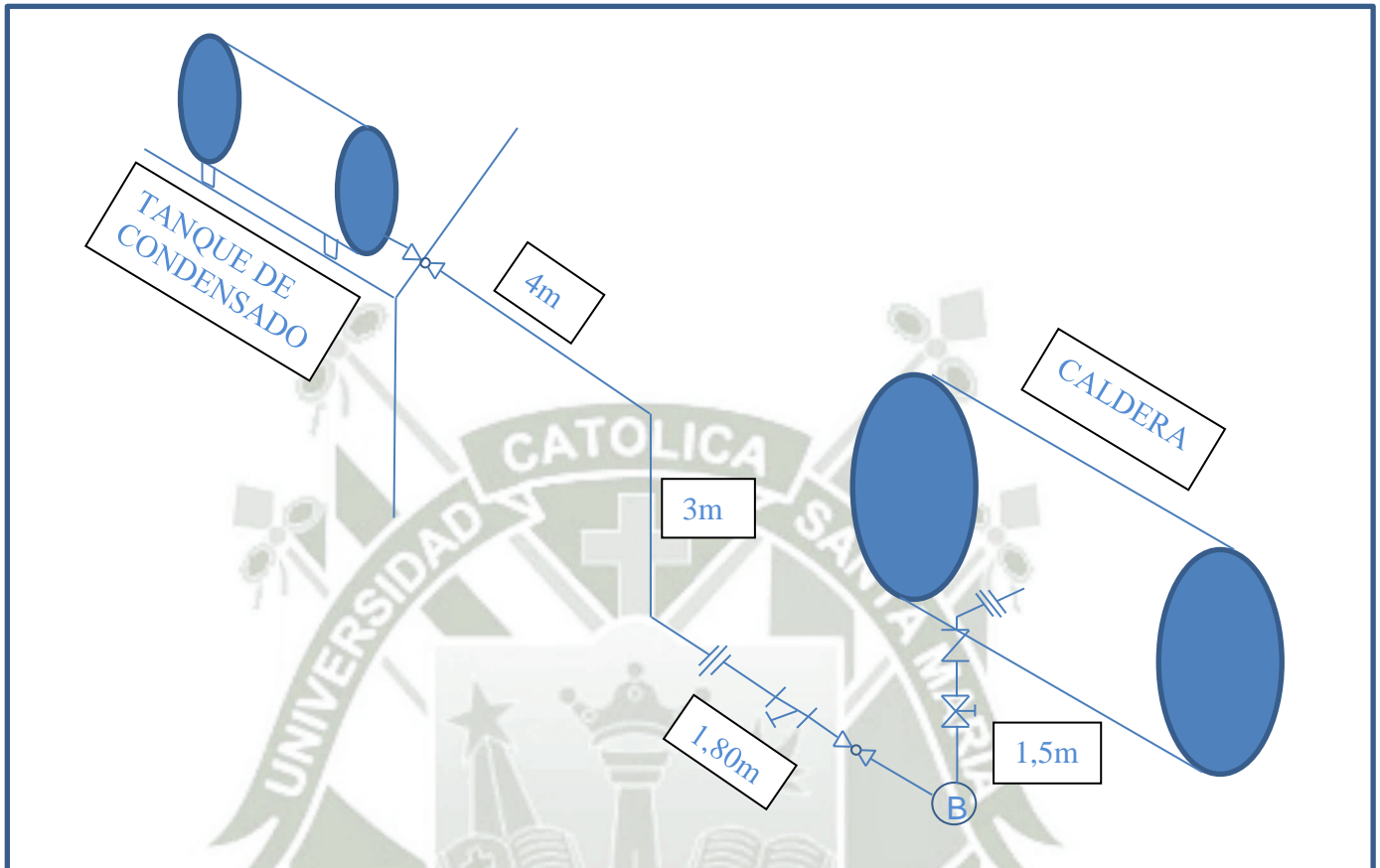


Figura 19. Esquema de la línea de alimentación de agua a la caldera.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Leyenda de la Figura 19.

LEYENDA	
—	Agua
	Unión universal
└┘	Codo
⊗	Válvula esférica
⊕	Válvula globo
/	Válvula check
Y	Filtro en Y

(B)	Bomba
-----	-------

Fuente: Elaboración propia.

a) Pérdida de presión en la tubería de succión

Tenemos los siguientes datos:

- Longitud lineal de la tubería

$$4m + 3m + 1,80m = 8,80m$$

- Longitudes equivalentes (L.E.) de válvulas y accesorios

Cuadro 17. Accesorios en línea de succión de bomba de alimentación a caldera

ITEM	ACCESORIO	L.E.
1.	2 Válvulas de bola, D.N. 2"	16,5m = 33m
2.	2 Codos de 90°, D.N. 2"	1,5m = 3m
3.	1 Filtro en Y, D.N. 2"	20,7m

Fuente: Elaboración propia.

- Longitud total (de datos anteriores)

$$L_T = 8,80m + 33m + 3m + 20,7m$$

$$L_T = 65,5m$$

Calculando el Número de Reynold para este punto, tenemos la siguiente fórmula

$$Re = \frac{\omega \cdot D}{\nu} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

Re: Número de Reynold

ω : Velocidad del fluido [m/s]

D: Diámetro interior de la Tubería [m]

ν : Viscosidad cinemática del fluido [m^2/s]

Hallando entonces la velocidad del fluido [ω]

- Si la caldera genera 6 714,6 kg vapor/h necesitamos entonces una bomba que envíe 7 000 kg/h ($7m^3/h$)
- Sabemos que la tubería es de $\varnothing 2'' \approx \varnothing i=52,5mm$, anexo 4.10

Entonces de la fórmula

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

Q: Caudal del fluido [m]

V: Velocidad del fluido [m/s]

A: Área de sección transversal de la tubería [m]

Ahora, el área es igual a:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

D: Diámetro interno de la tubería

Reemplazando en la fórmula 7

$$A = \frac{\pi * (52,5 \times 10^{-3})^2 m^2}{4}$$

$$A = 2,165 \times 10^{-3} m^2$$

Reemplazando e invirtiendo la fórmula 6, tenemos que:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{7m^3}{(h)2,165 \times 10^{-3} m^2} * \frac{1h}{3600s}$$

$$V = 0,90 \text{ m/s}$$

- La viscosidad cinemática del agua a 80°C, según tablas indicadas en anexo 4.2 es de:

$$\nu_{80^{\circ}\text{C}} = 0,364 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Entonces, reemplazando en la fórmula 5

$$Re = \frac{0,90 \text{ m} \cdot (52,5 \times 10^{-3}) \text{ m(s)}}{(s) 0,364 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$Re = 129\,807,69$$

La rugosidad equivalente del acero comercial, según tabla indicada en anexo 4.12 es de:

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

La rugosidad relativa es igual a:

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}}{52,5 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = 0,00088$$

Utilizando entonces, los valores del Re y la rugosidad relativa ingresamos al diagrama de MOODY y hallamos el factor de fricción, f.

$$f = 0,022$$

El valor de la caída de presión sale de la siguiente fórmula

$$\Delta P = f \frac{L_T \cdot \rho}{2 \cdot D} * \omega^2 \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

ΔP : Caída de presión

f: Factor de fricción

L_T : Longitud total [m]

ρ : Densidad del fluido [kg/m^3]

D: Diámetro interior de la tubería [m]

ω : Velocidad promedio del fluido [m/s]

La densidad para el agua a 80°C , según tabla es de:

$$\rho_{80^\circ\text{C}} = 971,60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Ahora, reemplazando en la fórmula 8:

$$\Delta P = 0,022 * \frac{65,5\text{m} * 971,60\text{kg} * (0,90)^2\text{m}^2}{(\text{m}^3)2 * 52,5 \times 10^{-3}\text{m} (\text{s}^2)}$$

$$\Delta P = 10\,904,43 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$$

Ahora, convirtiendo de Pa a PSI, tenemos un valor de:

$$\Delta P = 1,58\text{PSI}$$

b) Pérdida de presión en la tubería de descarga

Tenemos los siguientes datos:

- Longitud lineal de la tubería

$$1,5\text{m} + 0,5\text{m} = 2,00\text{m}$$

- Longitudes equivalentes (L.E.) de válvulas y accesorios

Cuadro 18. Accesorios en línea de descarga de bomba de alimentación a caldera

ITEM	ACCESORIO	L.E.
1.	1 Válvula de globo, D.N. 1"	9,06m
2.	1 Codo de 90° , D.N. 1" roscado	1,33m

3.	1 Válvula de retención, D.N. 1"	3,6m
3.	1 Filtro en Y, D.N. 1"	10,4m

Fuente: Elaboración propia.

- Longitud Total (de datos anteriores)

$$L_T = 2m + 9,06m + 1,33m + 3,6m + 10,4m$$

$$L_T = 26,39m$$

Calculando el Número de Reynold para este punto, tenemos la siguiente

fórmula 5

$$Re = \frac{\omega \cdot D}{\nu}$$

Donde:

Re: Número de Reynold

ω : Velocidad del fluido [m/s]

D: Diámetro interior de la Tubería [m]

ν : Viscosidad cinemática del fluido [m²/s]

Para este caso, asumimos la velocidad del fluido [ω] como 2m/s

- $\omega = 2 \text{ m/s}$
- Sabemos que la tubería es de $\text{Ø}1" \approx \text{Ø}i=24,31\text{mm}$, anexo 4.10
- La viscosidad cinemática del agua a 80°C, anexo 4.2 es de:

$$\nu_{80^\circ\text{C}} = 0,364 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Entonces, reemplazando en la fórmula:

$$Re = \frac{2m \cdot (24,31 \times 10^{-3})m(s)}{(s)0,364 \times 10^{-6}m^2}$$

$$Re = 133\,571,43$$

La rugosidad equivalente del acero comercial, se indicada en tabla del anexo 4.12, que es:

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5}m$$

La rugosidad relativa es igual a:

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{4,6 \times 10^{-5}m}{24,31 \times 10^{-3}m}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = 0,0019$$

Utilizando entonces, los valores del Re y la rugosidad relativa ingresamos al diagrama de MOODY y hallamos el factor de fricción, f.

$$f = 0,024$$

El valor de la caída de presión sale de la siguiente fórmula 8

$$\Delta P = f \frac{L_T \cdot \rho}{2 \cdot D} * \omega^2$$

Donde:

ΔP : Caída de presión

f: Factor de fricción = 0,024

L_T : Longitud total [m] = 26,39m

ρ : Densidad del fluido [kg/m³] = 971,60 kg/m³, anexo 4.13

D: Diámetro interior de la tubería [m] = $24,31 \times 10^{-3}$ m, anexo 4.10

ω : Velocidad promedio del fluido [m/s] = 2 m/s

La densidad para el agua a 80°C, según tabla de anexo 4.13, es de:

$$\rho_{80^{\circ}C} = 971,60 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta P = 0,024 * \frac{26,39m * 971,60kg * (2)^2m^2}{(m^3)2 * 24,31x10^{-3}m (s^2)}$$

$$\Delta P = 50 627,11 \text{ N/m}^2 = Pa$$

Ahora, convirtiendo de Pa a PSI, tenemos un valor de:

$$\Delta P = 7,34PSI$$

c) Presión de bombeo

- La presión de agua de alimentación “DESPUÉS DE LA BOMBA” la obtenemos de la siguiente fórmula:

$$P_B = P_C + (H_B * \rho * g) * (14,5X10^{-5}) + P_{R-B} \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

P_B: Presión de bombeo después de la bomba [PSI]

P_C: Presión de la caldera [PS]

H_B: Altura de elevación de la línea de descarga [m]

ρ: Densidad media del agua de alimentación [kg/m³]

g: aceleración de la gravedad [9,81 m/s²]

P_{R-B}: Caída de presión en la tubería de descarga [PSI]

- La presión de agua de alimentación “A LA ENTRADA DE LA BOMBA” la obtenemos de la siguiente fórmula:

$$P_A = P_D + (H_A * \rho * g) * (14,5X10^{-5}) - P_{R-A} \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

P_A: Presión de bombeo a la entrada de la bomba [PSI]

P_D: Presión del tanque de alimentación de agua [PSI]

H_A : Altura de elevación de la línea de succión [m]

ρ : Densidad media del agua de alimentación [kg/m^3]

g : aceleración de la gravedad [$9,81 \text{ m}/\text{s}^2$]

P_{R-A} : Caída de presión en la tubería de succión [PSI]

En nuestro caso tenemos los siguientes datos:

$$P_C = 1,5 \cdot (152,29) = 228,44 \text{ PSI}$$

$$P_D = 14,696 \text{ PSI}$$

$$H_A = 4 \text{ m}$$

$$H_B = 1,5 \text{ m}$$

$$\rho = 971,60 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$P_{R-A} = 1,58 \text{ PSI}$$

$$P_{R-B} = 7,34 \text{ PSI}$$

- Entonces, hallando P_B tenemos que, reemplazando en la fórmula 9:

$$P_B = 228,44 \text{ PSI} + \left[(1,5 \text{ m}) \cdot \left(971,60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \cdot \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot \left(14,5 \times 10^{-5} \frac{\text{PSI} \cdot (\text{m} \cdot \text{s}^2)}{\text{kg}} \right) \right] + 7,34 \text{ PSI}$$

$$P_B = 237,85 \text{ PSI}$$

- Ahora hallando P_A , tenemos que reemplazando en la fórmula 10:

$$P_A = 14,696 \text{ PSI} + \left[(4 \text{ m}) \cdot \left(971,60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \cdot \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot \left(14,5 \times 10^{-5} \frac{\text{PSI} \cdot (\text{m} \cdot \text{s}^2)}{\text{kg}} \right) \right] - 1,58 \text{ PSI}$$

$$P_A = 18,64 \text{ PSI}$$

- Por la tanto la “PRESIÓN CREADA POR LA BOMBA” la tenemos de la siguiente fórmula:

$$P_{Bomba} = P_B - P_A \dots \dots \dots (11)$$

Reemplazando en la fórmula 11, tenemos que:

$$P_{Bomba} = 237,85 - 18,64$$

$$P_{Bomba} = 219,21 \text{ PSI} \approx 15,1 \text{ bar}$$

d) Altura neta positiva de succión (NPSH)

La altura de nivel del agua en el tanque de condensado con respecto a la caldera es de 4m; entonces el NPSH será igual a:

$$NPSH_d = (P_d - P_{H_2O}) + H_A * \rho * g * 14,5 \times 10^{-5} - P_{R-A} \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

NPSH_d: Altura neta positiva de succión “disponible”

P_D: Presión del tanque de alimentación [PSI]

P_{H₂O}: Presión del agua a 80°C [PSI]

H_A: Altura de elevación de la línea de succión [m]

P_{R-A}: Caída de presión en la tubería de succión [PSI]

P_{R-B}: Caída de presión en la tubería de descarga [PSI]

ρ: Densidad del agua de alimentación [kg/m³]

g: Aceleración de la gravedad [9,8m/s]

En nuestro caso tenemos los siguientes datos:

$$P_D = 14,694 \text{ PSI}$$

$$P_{H_2O} = 6,873 \text{ PSI, anexo 4.2}$$

$$H_A = 4\text{m}$$

$$P_{R-A} = 1,58\text{PSI}$$

$$P_{R-B} = 7,34\text{PSI}$$

$$\rho = 971,60\text{kg/m}^3, \text{ anexo 4.13}$$

$$g = 9,81\text{m/s}$$

Reemplazando entonces en la fórmula 12, tenemos que:

$$NPSH_d = (14,694 - 6,873)\text{PSI} + \left[4\text{m} * (971,60) \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (9,81) \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$* 14,5 \times 10^{-5} \frac{\text{PSI}(\text{m} \cdot \text{s}^2)}{\text{kg}} - 1,58\text{PSI}$$

$$NPSH_d = 11,77\text{PSI} \approx 27,22\text{pies}$$

El NPSH disponible es 10% mayor que el NPSH requerido.

Entonces:

$$NPSH_r = \left(\frac{1}{1,1} \right) * NPSH_d \dots \dots \dots (13)$$

Reemplazando entonces en la fórmula 13, tenemos que:

$$NPSH_r = \left(\frac{1}{1,1} \right) * 27,22 \text{ pies}$$

$$NPSH_r = 24,75\text{pies}$$

e) Caudal de agua a bombear

Para calcular el agua a bombear utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} \dots \dots \dots (14)$$

Donde:

Q: Caudal del agua a bombear [GPM]

\dot{m} : Flujo másico a bombear

ρ : Densidad del agua a la temperatura de operación [kg/m^3]

En nuestro caso:

$\dot{m}=7000\text{kg}/\text{h}$

$\rho= 971,60\text{kg}/\text{h}$

Reemplazando entonces en la fórmula 14, tenemos que:

$$Q = \frac{7000\text{kg} \cdot \text{m}^3}{(\text{h})971,60\text{kg}}$$

$$Q = 7,20 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \approx 31,70\text{GPM}$$

Considerando un factor de seguridad de 2 para el caudal de selección de la bomba, tenemos que:

$$Q_{\text{selección}} = 2 * Q \dots\dots\dots(15)$$

Reemplazando entonces en la fórmula 15, tenemos que:

$$Q_{\text{selección}} = 2 * (31,70)$$

$$Q_{\text{selección}} = 63,40\text{GPM}$$

Con todos estos datos podemos seleccionar la bomba para la caldera.

Datos de selección:

Cuadro 19. Datos de bomba seleccionada

Presión	219,21PSI
Caudal	63,40GPM
NPSH	24,75 pies
Temperatura	80°C

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3. Selección de las válvulas

Para seleccionar las válvulas y accesorios del sistema se debe de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de fluido a transportar.
- Presión de trabajo.
- Temperatura promedio de trabajo.
- Tamaño de diámetro de tubería

Seleccionando de los anexos 4.15, 4.16, 4.17 y 4.18 tenemos:

Cuadro 20. Válvulas seleccionadas en la línea de vapor

LUGAR	VÁLVULA	CANTIDAD
caldera al manifold	Válvula globo 6" bridada	2
	Válvula check 6" bridada	1
manifold estación reductora de presión	Válvula globo 5" bridada	1
	Válvula reductora de presión 5"	1
	Válvula de esférica de 5"	2
	Filtro para vapor 5"	1
	Válvula globo puente 3"	1
Entrada a molienda	Válvula esférica de 3.1/2"	1
Entrada desactivación	Válvula esférica de 3.1/2"	1
Entrada al módulo CIP	Válvula esférica de 2"	1
Tanque de condensado bomba de agua	Válvula esférica 2"	2
	Filtro de 2"	1
Bba.condensado caldera	Válvula globo 1"	1
	Válvula check 1"	1

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21. Accesorios

LUGAR	VÁLVULA	CANTIDAD
caldera al manifold	Codo 90°x6"	2
manifold estación reductora de presión	Codo 90°x5"	3
	Unión universal 3"	2
	Tee 5"	2
	Reducción 5 a 3	2
	Codo 90°x3"	2
Entrada a molienda	Tee de 6"	1
	Reducción de 6" a 3.1/2"	1
	Codo 3"	1
Entrada desactivación	Tee de 6"	1
	Reducción de 6" a 3.1/2"	1
	Codo 3"	1
Entrada al módulo CIP	Tee de 6"	1
	Reducción de 6" a 2"	1
	Codo 2"	1
Tanque de condensado bomba de agua	Codo 2"	2
	Filtro de 2"	1
Bba.condensado caldera	Codo 1"	1
	Unión universal 1"	1

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Sistema de agua potable.

4.2.2.1. Tanque.

El reservorio de agua tiene cuatro compartimentos con un volumen de 187.6 m³ cada uno, haciendo un total de 750 m³.

Del reservorio el agua es bombeada a un tanque pulmón (hidroneumático).

a. Isométrico

Red reservorio de agua a tanque pulmón

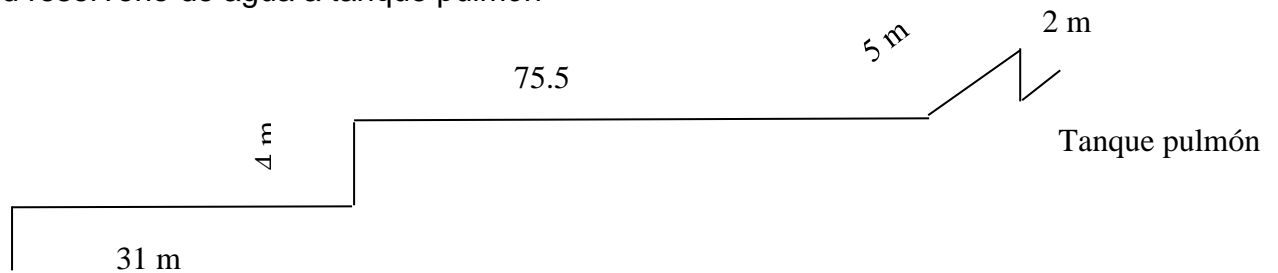


Figura 20. Croquis de línea de agua potable.

Fuente: Elaboración propia.

Largo total de la red = L_T
 $L_T = 117.5$ m

4.2.2.2. Consumo de agua potable en la planta

Los puntos de consumo son los siguientes:

a.) CLEANING IN PLACE (CIP)

La unidad del CIP cuando es aplicada a los decantadores tiene una capacidad de 24 000 lt/h de acuerdo a las especificaciones del fabricante Tetra Pak para el equipo Tetra Alwin soy 10.

Es el mayor consumo de agua potable y se produce después de cada batch de producción.

b.) Limpieza de pisos y lavatorio

Este consumo es mínimo, depreciable para el método del cálculo.

4.2.2.3 Parámetros de cálculo de red de agua

El diseño de la red de agua debe tener una capacidad de 24 000 lt/h (el caso de mayor consumo) cuando funciona el CIP en los decantadores.

a.) Presión

En la instalación se considera un tanque pulmón (tanque hidroneumático) cuya presión de funcionamiento es de:

$$P_{\text{máx.}} = 4 \text{ BAR}$$

$$P_{\text{min.}} = 3 \text{ BAR}$$

b.) Cálculo de la red

Para definir el circuito de tuberías es necesario determinar las pérdidas de carga, para lo cual se utiliza la ecuación de Bernoulli, para calcular las pérdidas de carga entre el reservorio de agua (1) y el tanque pulmón (2).

$$\frac{P_1}{\rho} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_u - H_{r_{ext}} = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots(16)$$

$$P_1 = 0, \quad Z_1 = 0, \quad V_1 = 0$$

$$P_2, \quad Z_2, \quad V_2 = \text{incógnitas}$$

$$H_u = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H_{r_{ext}} \dots\dots\dots (17)$$

$$\frac{V_2^2}{2g} \cong 0$$

$$H_u = \frac{P_2}{\rho} + Z_2 + H_{r_{ext}}$$

$$H_{r_{ext}} = H_{r_{INB}} + H_{r_{FITTING}} \dots\dots\dots (18)$$

Nomenclatura:

Según V.S. YABLONSKI (Hidráulica E.Z. Rabinovich)

Se puede considerar que el diámetro más económico, generalmente corresponde a la velocidad de corriente del líquido de 1 m/s. o sea el diámetro determinado por la fórmula:

$$d_E = 1.12\sqrt{Q} \dots\dots\dots (19)$$

Donde:

d_E = diámetro económico en [m]

Q = caudal [m^3 /seg]

$$Q = 24000 \frac{l}{h} = 24000 \frac{l}{h} \times \frac{1m^3}{1000 l} \times \frac{1h}{3600 seg}$$

$$Q = 0,00666 \frac{m^3}{seg}$$

$$d_E = 1.12 \times \sqrt{0,00666}$$

$$d_E = 0.0914 m \cong 91,4mm$$

Por lo tanto seleccionamos un tubo galvanizado de \emptyset nominal = 4"

$$\emptyset_{in} = 114,30 - (2 \times 6,02) = 102,26mm$$

c.) Cálculo de pérdida de carga reservorio – tanque pulmón

229 m de tubería galvanizada de 4"

6 codos 90° galvanizado de 4"

2 válvulas de bola de 4"

1 distribuidores tipo manifold

Para el cálculo de pérdidas de carga se debe considerar la velocidad del fluido dentro de las tuberías y accesorios.

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

Q = Caudal [m^3 /h]

V = Velocidad [m/s]

A = Área [m^2]

Ahora:

$$Q=24\ 000\ \text{lt/hora (caso de mayor consumo)}$$

$$Q= 0.00666\ \text{m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times (0,10226)^2}{4}$$

Tubería 4" ; $\varnothing_{in}=102.26\ \text{mm}$

$$\varnothing_{in}=0.10226\ \text{m}$$

$$A=0.00824\ \text{m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,00666\ \text{m}^3/\text{seg}}{0,00824\ \text{m}^2} = 0,808\ \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Luego calculamos el N° de Reynolds = Re

$$Re = \frac{dV}{y}$$

$d = \varnothing_{in}$ de la tubería (m)

V=velocidad (m/s)

$$Re = \frac{0.0914 \times 0.808}{1.170 \times 10^{-6}}$$

Y=viscosidad cinemática (m²/s)

Para agua a T°=14°C

$$y = 1.170 \times 10^{-6}\ \text{(m}^2/\text{s)}$$

$$Re = 6\ 312.00 > 2320\ \text{(HUTTE)} \implies \text{Reg. Turbulento}$$

$$> 3000 \implies \text{Reg. Turbulento (HIDRAULICA - YE.)}$$

Z. RABINOVICH)

Tabla 9: Viscosidad del agua

TEMPERATURA (°C)	Viscosidad dinámica (poises)	Viscosidad cinemática (Stokes)	Viscosidad Dinámica (N·s/m ²)	Viscosidad Cinemática (m ² /s)	Viscosidad Dinámica (kg·s/m ²)
0	1.787·10 ⁻²	1.787·10 ⁻²	1.787·10 ⁻³	1.787·10 ⁻⁶	1.822·10 ⁻⁴
1	1.728·10 ⁻²	1.728·10 ⁻²	1.728·10 ⁻³	1.728·10 ⁻⁶	1.761·10 ⁻⁴
2	1.671·10 ⁻²	1.671·10 ⁻²	1.671·10 ⁻³	1.671·10 ⁻⁶	1.703·10 ⁻⁴
3	1.618·10 ⁻²	1.618·10 ⁻²	1.618·10 ⁻³	1.618·10 ⁻⁶	1.649·10 ⁻⁴
4	1.567·10 ⁻²	1.567·10 ⁻²	1.567·10 ⁻³	1.567·10 ⁻⁶	1.597·10 ⁻⁴
5	1.519·10 ⁻²	1.519·10 ⁻²	1.519·10 ⁻³	1.519·10 ⁻⁶	1.548·10 ⁻⁴
6	1.472·10 ⁻²	1.472·10 ⁻²	1.472·10 ⁻³	1.472·10 ⁻⁶	1.501·10 ⁻⁴
7	1.428·10 ⁻²	1.428·10 ⁻²	1.428·10 ⁻³	1.428·10 ⁻⁶	1.456·10 ⁻⁴
8	1.386·10 ⁻²	1.386·10 ⁻²	1.386·10 ⁻³	1.386·10 ⁻⁶	1.413·10 ⁻⁴
9	1.346·10 ⁻²	1.346·10 ⁻²	1.346·10 ⁻³	1.346·10 ⁻⁶	1.372·10 ⁻⁴
10	1.307·10 ⁻²	1.307·10 ⁻²	1.307·10 ⁻³	1.307·10 ⁻⁶	1.332·10 ⁻⁴
11	1.271·10 ⁻²	1.271·10 ⁻²	1.271·10 ⁻³	1.271·10 ⁻⁶	1.296·10 ⁻⁴
12	1.235·10 ⁻²	1.235·10 ⁻²	1.235·10 ⁻³	1.235·10 ⁻⁶	1.259·10 ⁻⁴
13	1.202·10 ⁻²	1.203·10 ⁻²	1.202·10 ⁻³	1.203·10 ⁻⁶	1.225·10 ⁻⁴
14	1.169·10 ⁻²	1.170·10 ⁻²	1.169·10 ⁻³	1.170·10 ⁻⁶	1.192·10 ⁻⁴
15	1.139·10 ⁻²	1.140·10 ⁻²	1.139·10 ⁻³	1.140·10 ⁻⁶	1.161·10 ⁻⁴
16	1.109·10 ⁻²	1.110·10 ⁻²	1.109·10 ⁻³	1.110·10 ⁻⁶	1.130·10 ⁻⁴
17	1.081·10 ⁻²	1.082·10 ⁻²	1.081·10 ⁻³	1.082·10 ⁻⁶	1.102·10 ⁻⁴
18	1.053·10 ⁻²	1.054·10 ⁻²	1.053·10 ⁻³	1.054·10 ⁻⁶	1.073·10 ⁻⁴
19	1.027·10 ⁻²	1.029·10 ⁻²	1.027·10 ⁻³	1.029·10 ⁻⁶	1.047·10 ⁻⁴
20	1.002·10 ⁻²	1.004·10 ⁻²	1.002·10 ⁻³	1.004·10 ⁻⁶	1.021·10 ⁻⁴
21	0.9779·10 ⁻²	0.9799·10 ⁻²	0.978·10 ⁻³	0.980·10 ⁻⁶	0.997·10 ⁻⁴
22	0.9548·10 ⁻²	0.9569·10 ⁻²	0.954·10 ⁻³	0.957·10 ⁻⁶	0.973·10 ⁻⁴
23	0.9325·10 ⁻²	0.9348·10 ⁻²	0.932·10 ⁻³	0.935·10 ⁻⁶	0.951·10 ⁻⁴
24	0.9111·10 ⁻²	0.9136·10 ⁻²	0.911·10 ⁻³	0.914·10 ⁻⁶	0.929·10 ⁻⁴
25	0.8904·10 ⁻²	0.8930·10 ⁻²	0.890·10 ⁻³	0.893·10 ⁻⁶	0.908·10 ⁻⁴
26	0.8705·10 ⁻²	0.8733·10 ⁻²	0.870·10 ⁻³	0.873·10 ⁻⁶	0.887·10 ⁻⁴
27	0.8513·10 ⁻²	0.8543·10 ⁻²	0.851·10 ⁻³	0.854·10 ⁻⁶	0.868·10 ⁻⁴
28	0.8327·10 ⁻²	0.8359·10 ⁻²	0.833·10 ⁻³	0.836·10 ⁻⁶	0.849·10 ⁻⁴
29	0.8148·10 ⁻²	0.8181·10 ⁻²	0.815·10 ⁻³	0.818·10 ⁻⁶	0.831·10 ⁻⁴



Fuente: En red (internet).

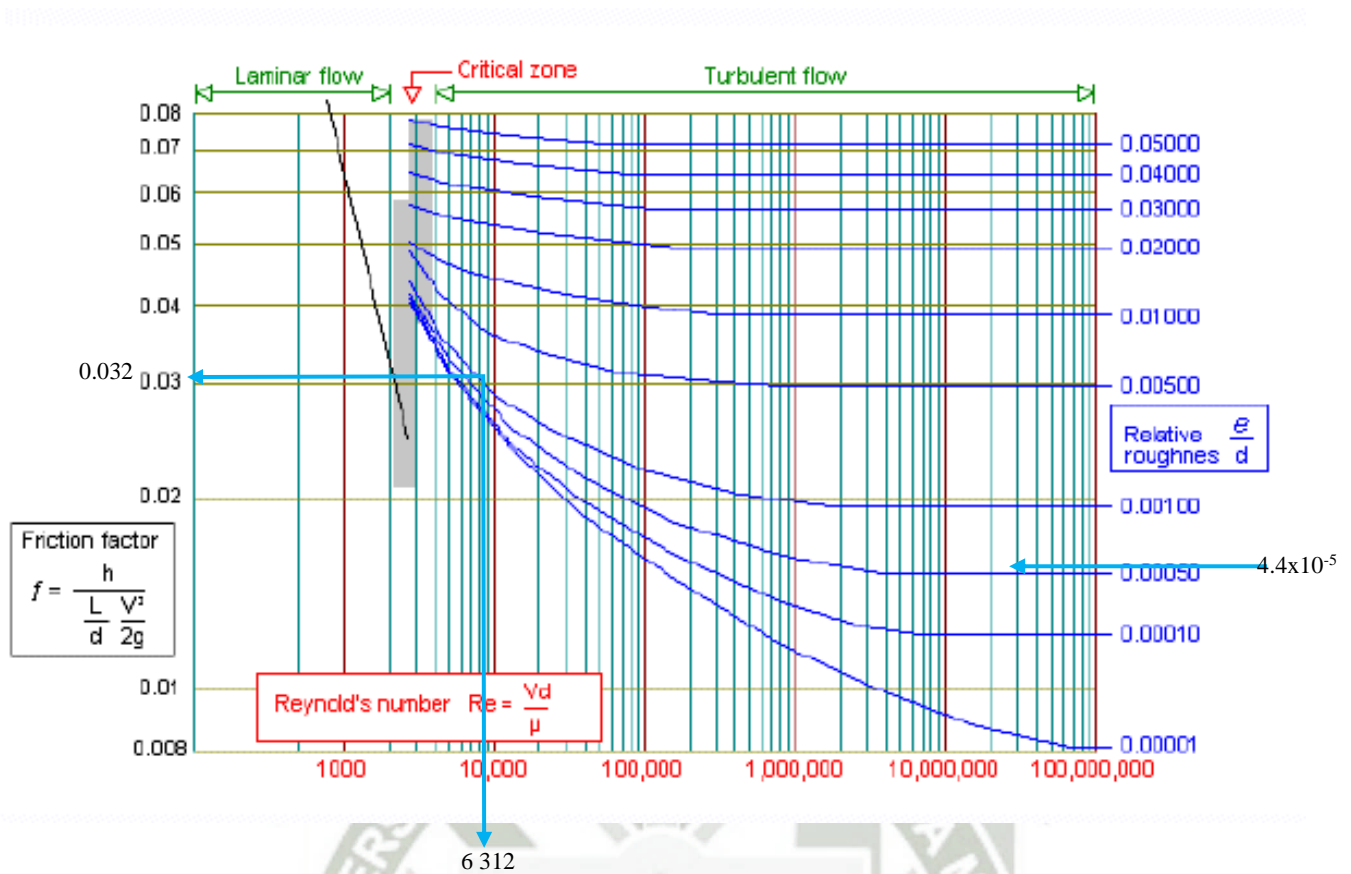


Figura 21. Diagrama de Moody.

Fuente: En red.

De acuerdo al diagrama de Moody

N^a de Reynolds = 6 312

Rugosidad relativa para acero galvanizado = $4,4 \times 10^{-5}$

Obtenemos un factor de fricción $f = 0.032$

d.) ΔP_v = Pérdida de carga en tubería

f = Factor de fricción = 0.032

$$\Delta P_v = (f)(L)(\rho)(v^2)/2g = \frac{0.032 \times 117.5m \times 1000 \text{ kg/m}^3 (0.808 \text{ m}^3/\text{seg})^2}{2 \times 9.77 \text{ m/s}^2}$$

$\Delta P_v = 155$ mm columna agua

$L = \text{Longitud tubería} = 117.5\text{m}$

$\Delta P_v = 0.155 \text{ m columna agua}$

$Y = \text{Peso específico del agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$g = \text{Aceleración de la gravedad en Cochabamba} = 9.77 \text{ m/s}^2$

e.) $\Delta P_r = \text{Perdida de carga en accesorios}$

e-1) 9 codos de 90°

$\Delta P_r = (\xi)(y)(v^2)/2g \rightarrow \text{Manual del Ing. de taller HUTTE}$

$\xi = \text{Coeficiente de Resistencia}$

$\xi = 0.3 \text{ grafico manual del Ing. de taller HUTTE}$

$\Delta P_r = (0.3)(1000\text{kg/m}^3)(0.808^2\text{m}^2/\text{sg}^2)/2(9.77\text{m/s}^2)$

$\Delta P_r = 10.02 \text{ mm columna de agua}$

$\Delta P_{r\text{CODOS}} = 6 \times 10.02 = 61.2 \text{ mm columna de agua} = 0.0612\text{m columna de}$
agua.

e-2) 2 válvulas de bola de 4"

$\Delta P_r = (\xi)(y)(v^2)/2g \rightarrow \text{Manual del Ing. de taller HUTTE}$

$\xi = \text{Coeficiente de Resistencia}$

$\xi = 1.3 \text{ grafico manual del Ing. de taller HUTTE}$

$\Delta P_r = 1.3 \times 1000 \times (0.808)^2/2 \times 9.77$

$\Delta P_r = 43.43 \text{ mm columna de agua}$

e-3) Manifold

$\Delta P_{r\text{manifold}} = 2 \times 43,43 = 86.87 \text{ mm columna de agua} = 0.086\text{m columna}$
de agua.

Pérdida de carga total en (m.c.a)

Cuadro 22. Datos de componentes de línea de agua potable

Perdidas por:	Unidad	Cantidad	Total perdidas m.c.a.
Tubos de conducción	m.	22.5	0.155
Codos de 90° (radio corto)	-	6	0.0612
Válvulas de Bola 4"	-	2	0.086
Manifold	-	2	0.086
		Total m.c.a	0.388

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.4 Cálculo y selección de la bomba

Se tomará como base la presión máxima en el tanque pulmón (tanque hidroneumático) que coincide con la presión de corte del presostato = 4 BAR.

A esta presión se le adiciona la pérdida de carga total = 0.53 m.c.a. de modo que para el cálculo de la bomba tenemos:

$$1\text{BAR} = 10,20 \text{ m.c.a.}$$

Presión en el tanque pulmón:

$$4\text{BAR} \times 10.20 = 40.8 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Perdidas de carga} = 0.388 \text{ m.c.a.}$$

$$41,188 \text{ m.c.a.}$$

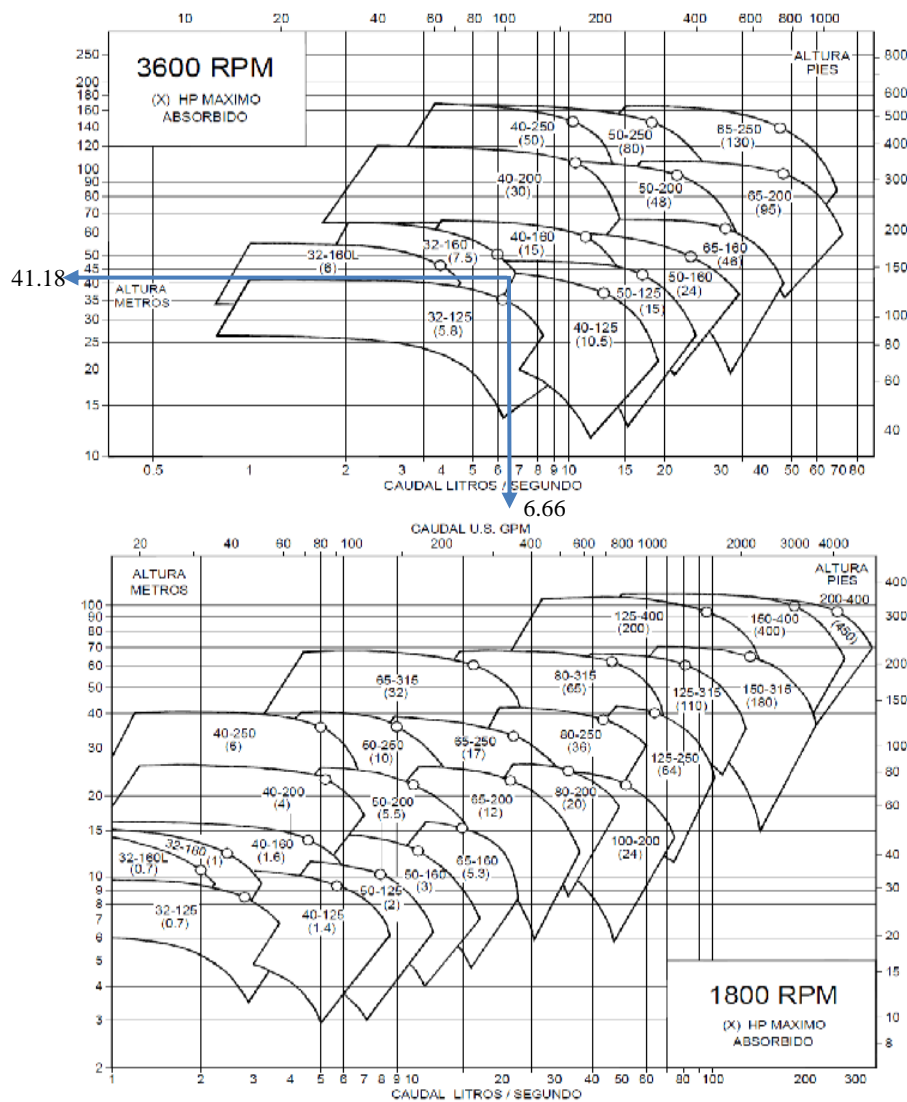
$$\text{Presión de cálculo} = 41.188 \text{ m.c.a.}$$

Caudal = 24 000 lt/hora





RANGOS DE OPERACION A 60 Hz



NOTA: PARA UNA CORRECTA SELECCION DIRIJASE A LAS CURVAS INDIVIDUALES DE LAS BOMBAS DE ACUERDO A SU EJECUCION METALURGICA:
 SECCION 10 A. BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO
 SECCION 10 B. BOMBAS CON CAJA EN ACERO INOXIDABLE O EN BRONCE SIN RECUBRIMIENTO CERAMICO

BOMBA CENTRIFUGA
 ISO 2858
 CATALOGO I - VERSION: G
 REV.10_06/12_3

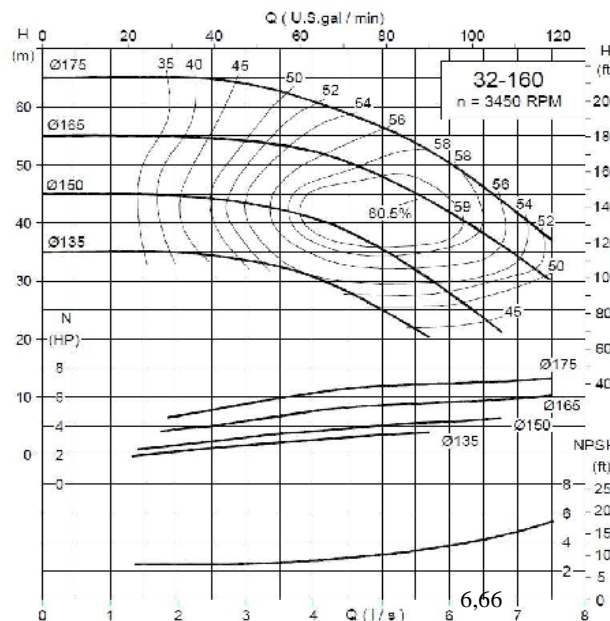
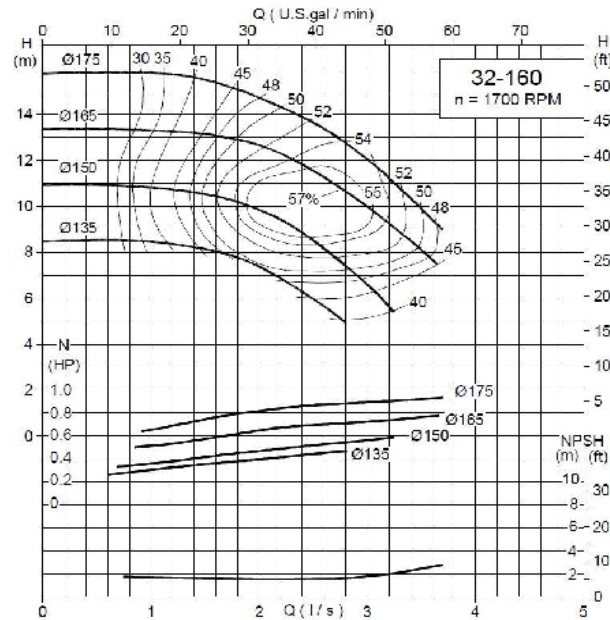


Figura 22. Diagrama de selección de bombas

Fuente: Catálogo I de HIDROSTAT

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz

32 - 160



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2868
CATALOGO _ VULSION.G
REV.10_06/12_7



CERT
ISO 9001
ISO 14001

Figura 23. Curvas de operación de bombas.

Fuente: Catálogo I de HIDROSTAL



6.66

4.2.2.5 Cálculo de la pérdida de carga del tanque pulmón al CIP (ΔP_v)

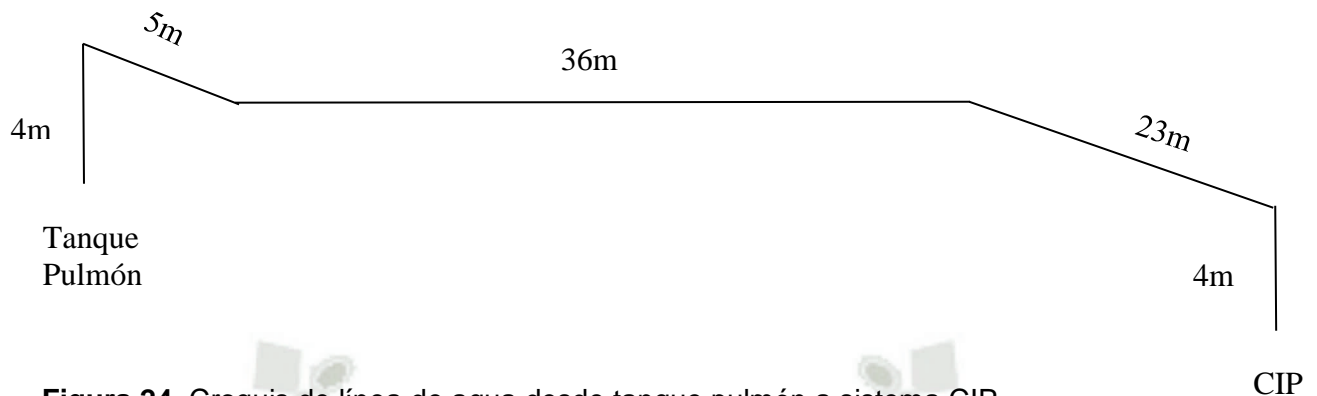


Figura 24. Croquis de línea de agua desde tanque pulmón a sistema CIP.

Fuente: Elaboración propia

Largo total de la tubería = L_T

$$L_T = 72\text{m}$$

f = Factor de fricción = 0.032

$$\Delta P_v = (f)(L)(\gamma)(v^2)/2g = \frac{0.032 \times 72\text{m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 (0.808 \text{ m}^3/\text{seg})^2}{2 \times 9.77 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta P_v = 76.9 \text{ mm columna agua}$$

L = Longitud tubería = 117.5m

$$\Delta P_v = 0.076 \text{ m columna agua}$$

γ = Peso específico del agua = 1000 kg/m^3

g = Aceleración de la gravedad en Cochabamba = 9.77 m/s^2

Por lo tanto, se deduce que la caída de presión es poco significativa y el CIP podrá operar correctamente.

4.2.3. Sistema de agua tratada.

Del reservorio el agua es bombeada a un distribuidor del cual se alimenta a la instalación de tratamiento de agua para la planta III (Planta de leche de soya).

El equipo de tratamiento de agua consiste en lo siguiente:

4.2.3.1 Filtros

4.2.3.1.1 Filtro de Arena

Filtrado de impurezas que no hayan sido retenidas en el decantador instalado previo el reservorio, sobre todo partículas en suspensión.

4.2.3.1.2 Filtro de carbón activado

Para eliminar olores y sabores y además retirar el cloro residual que pueda contener el agua, debido a que este ataca a las instalaciones de acero inoxidable.

4.2.3.1.3 Ablandador

El proceso de tratamiento de leche soya requiere agua blanda.

a.) Isométrico

Red de agua tratada clorada de reservorio a sala de proceso

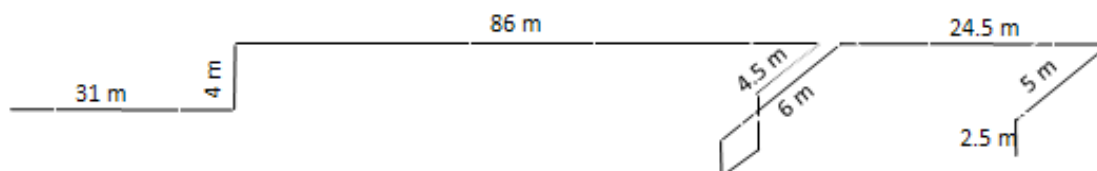


Figura 25. Croquis de línea de agua tratada desde reservorio a sala de proceso.

Fuente: Elaboración propia

Largo total = L_T

$L_T = 163.5 \text{ m}$

4.2.3.2 Parámetros de cálculo de red de agua para producción

El consumo de agua en producción de acuerdo al fabricante es de 9 000lt/hora

a.) Presión

En la instalación se considera un equipo de filtrante con grava, carbón activado y ablandador. La presión mínima de retrolavado de los filtros es de 4 BAR (especificaciones del fabricante).

b.) Cálculo de la red

Determinación del diámetro económico

Segun V.S. Yablonski (Hidráulica E.Z. Rabinovich)

Se puede considerar que el diámetro más económico, generalmente corresponde a la velocidad de corriente del líquido de 1 m/s, o sea el diámetro determinado por la fórmula:

$$d_e = 1.12 \sqrt{Q}$$

$d_e = \emptyset$ económico en (m)

Q = caudal m^3/s

$$d_e = 1.12 \sqrt{0.0022} = 0.052 \text{ m} = 52.5 \text{ mm}$$

$$Q = 9\ 000 \text{ lt/h}$$

$$Q = 0.0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto seleccionamos un tubo galvanizado de \emptyset nominal =2"

$$e = 3.91 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\varnothing_{\text{int}} &= 60.3 - (2 \times 3.91) = 52.48 \text{ mm} \\ &= 0.0524 \text{ m}\end{aligned}$$

c.) Cálculo de la pérdida de carga reservorio – sala de procesos

163.5 m de tubería galvanizada de 2"

12 codos 90° galvanizados de 2"

4 válvulas de bola de 2"

1 distribuidor tipo manifold

Para el cálculo de pérdidas de carga se debe considerar la velocidad del fluido dentro de las tuberías y accesorios.

$$Q = (V)(A)$$

Q = caudal m³/h
V = velocidad m/s
A = Area m²

$$Q = 8\,000 \text{ lt/h}$$

$$Q = 0.0025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.0524)^2}{4}$$

$$A = 0.00215 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0025 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00215 \text{ m}^2} = 1.032 \text{ m/s}$$

Luego calculamos el N° de Reynolds = Re

$$Re = \frac{dv}{y}$$

d = Ø int. de la tubería en m.

v = velocidad (m/s)

y = viscosidad cinemática (m²/s)

para agua a $T^\circ = 14^\circ\text{C}$

$$y = 1.170 \times 10^{-6} \text{ (m}^2\text{/s)}$$

$$\text{Re} = \frac{0.0524 \text{ m} \times 1.032}{1.170 \times 10^{-6}}$$

$$\text{Re} = 46\,219.49$$

De acuerdo al diagrama de Moody

Nº de Reynolds = 46219

Rugosidad relativa para el acero galvanizado = 8.8×10^{-5}

Obtenemos un factor de fricción

$$f = 0.023$$

d.) ΔP_v = Pérdida de carga en la tubería

f = Factor de fricción = 0.023

$$\Delta P_v = (f)(L)(y)(v^2)/2g = \frac{0.023 \times 163.5 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 (1.032 \text{ m}^3/\text{seg})^2}{2 \times 9.77 \text{ m/s}^2}$$

$\Delta P_v = 204.96$ mm columna agua

L = Longitud tubería = 163.5 m

$\Delta P_v = 0.204$ m columna agua

Y = Peso específico del agua = 1000 kg/m^3

g = Aceleración de la gravedad en Cochabamba = 9.77 m/s^2

e.) ΔPr = de carga en accesorios**e-1) 12 codos de 90°**

$$\Delta Pr = (\xi)(y)(v^2)/2g \rightarrow \text{Manual del Ing. de taller HUTTE}$$

ξ = Coeficiente de Resistencia

ξ = 0.3 grafico manual del Ing. de taller HUTTE

$$\Delta Pr = (0.3)(1000\text{kg/m}^3)(1032^2\text{m}^2/\text{sg}^2)/2(9.77\text{m/s}^2)$$

$$\Delta Pr = 16.35 \text{ mm columna de agua}$$

$$\Delta Pr_{\text{CODOS}} = 12 \times 0.0163 = 0.196 \text{ m columna de agua}$$

e-2) 2 válvulas de bola de 4"

$$\Delta Pr = (\xi)(y)(v^2)/2g \rightarrow \text{Manual del Ing. de taller HUTTE}$$

ξ = Coeficiente de Resistencia

ξ = 1.3 grafico manual del Ing. de taller HUTTE

$$\Delta Pr = 1.3 \times 1000 \times (1032)^2 / 2 \times 9.77$$

$$\Delta Pr = 70.85 \text{ mm columna de agua}$$

$$\Delta Pr = 0.0708 \text{ m columna de agua}$$

$$\Delta Pr_{\text{VALVULAS}} = 4 \times 0.0708 = 0.2832 \text{ m columna de agua}$$

e-3) Manifold

$$\Delta Pr_{\text{manifold}} = 2 \times 0.283\text{m} = 0.566 \text{ m columna de agua}$$

e-4) Pérdida de carga en el tratamiento

Filtro de grava, filtro de carbón activado, ablandador de acuerdo a las características técnicas del fabricante:

Presión de carga total en operación = 3 m.c.a

Perdida de carga en condiciones de saturación a 4 Bar (previa al retro lavado) = 10 m.c.a.

Perdida de carga total en (m.c.a.)

Cuadro 23. Datos de componentes de línea de agua tratada

Perdidas por	Unidad	Cantidad	Total pedidas m.c.a.
Tubo de condición	M	163.5	0.204
Codos 90° (radio corto)	-	12	0.196
Válvula de bola 2"	-	4	0.566
Manifold	-	1	0.566
Filtros	-	3	10.00

Perdida de carga total 11.53 m.c.a.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.3 Cálculo y selección de la Bomba

Presión requerida en el sistema de filtrado = 4 BAR.

A esta presión se le adiciona la perdida de carga total = 11.53 m.c.a.

Tenemos:

1BAR = 10,20 m.c.a.

Presión en el sistema de filtrado 4 Bar x 10.20 = 40.8 m.c.a.:

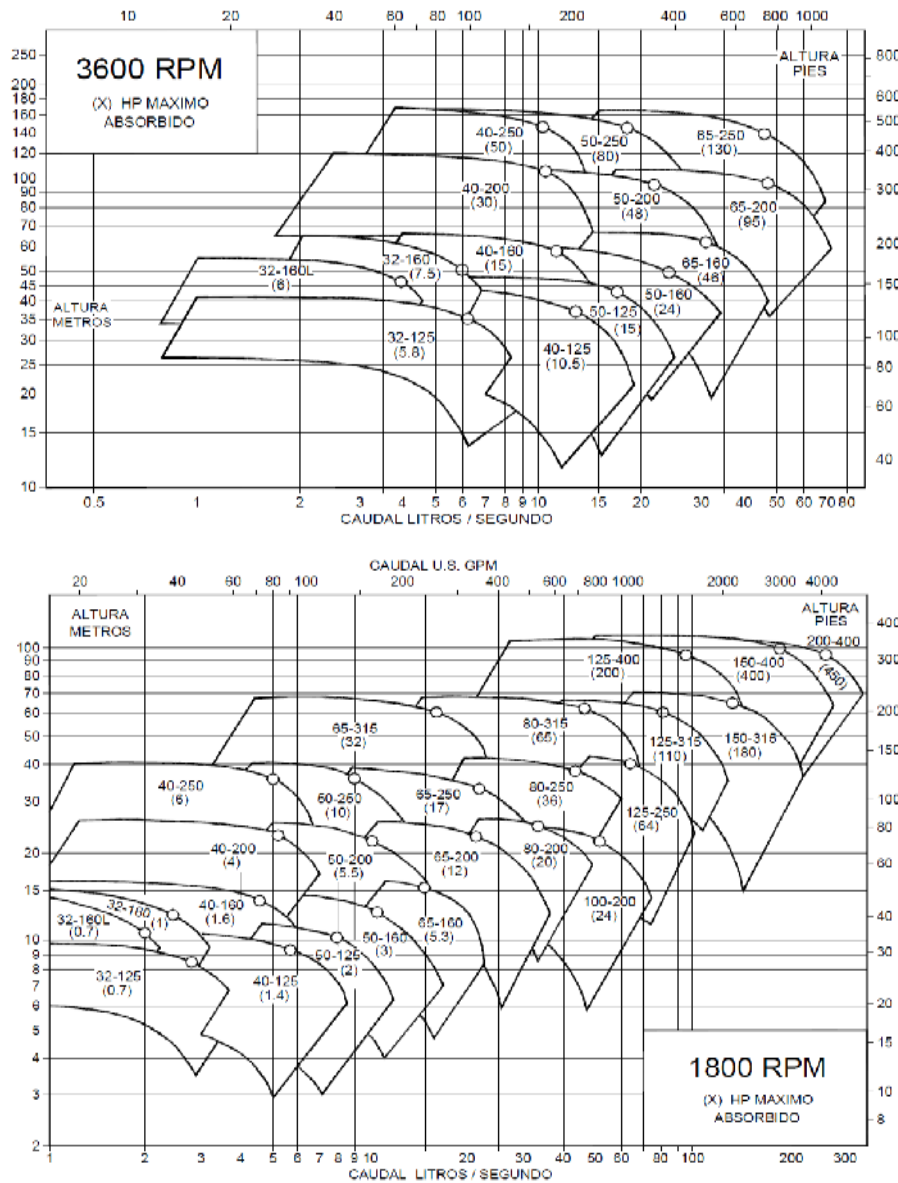
Perdidas de carga = 11.53 m.c.a.

Presión de cálculo = 52.33 m.c.a.

Caudal = 8 000 lt/hora = 2.22 lt/s



RANGOS DE OPERACION A 60 Hz



NOTA: PARA UNA CORRECTA SELECCION DIRIJASE A LAS CURVAS INDIVIDUALES DE LAS BOMBAS DE ACUERDO A SU EJECUCION METALURGICA:
SECCION 10 A: BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO
SECCION 10 B: BOMBAS CON CAJA EN ACERO INOXIDABLE O EN BRONCE SIN RECUBRIMIENTO CERAMICO

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATALOGO I - VERSION: G
REV.10_06/12_ 3



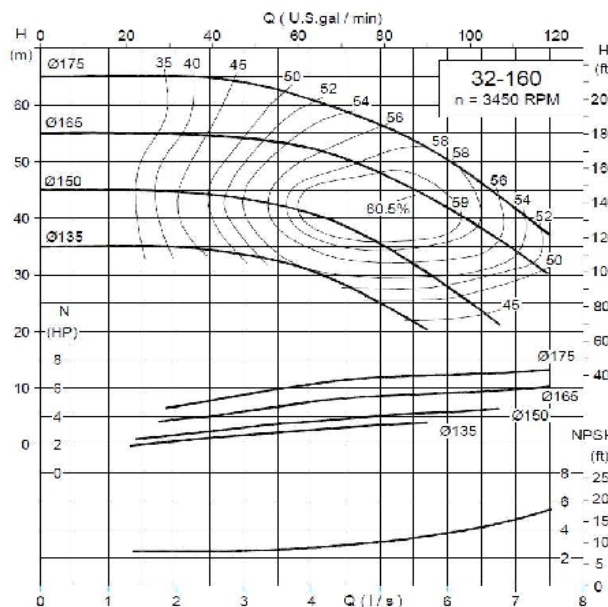
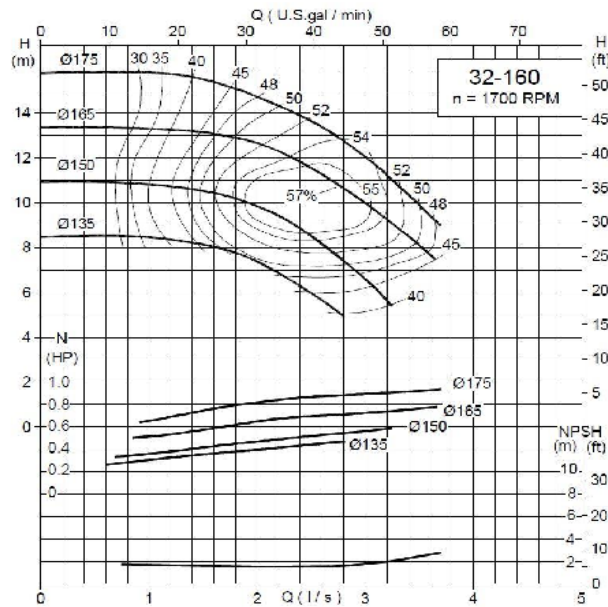
Figura 26. Rangos de operación de bombas.

Fuente: Catálogo I HISROSTAL



CURVAS DE OPERACION A 60 Hz

32 - 160



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATALOGO - VERSION 6
REV.10_06/12_7



ISO 9001
ISO 14001

Figura 27. Curvas de operación de bombas.

Fuente: Catálogo I HISROSTAL

Según catálogo del fabricante HIDROSTAL

Para:

$P=52.33$ m.c.a.

$Q=8\ 000$ lt/h= 2.22 lt/s

De acuerdo al rango de operación a 60 Hz, y 3 600 RPM. la bomba 32-160L cumple con los requerimientos. Luego recurrimos a las curvas de operación y para la bomba centrífuga HIDROSTAL:

32-160L

$n= 3\ 430$ RPM

con un impeler de $\varnothing 175$ mm

Para 2.22 lt/s obtenemos $H= 54$ m.c.a.

Pot=5HP

NPSH=4m

4.2.4. Sistema de aire comprimido.

4.2.4.1. Diseño del suministro de aire comprimido a la planta de leche de soya

La red de aire comprimido desde la sala de compresores a la planta de leche de soya será:

- Una instalación interior ya que se trata de una planta de procesamiento.
- El diseño adoptado es el de anillo cerrado alrededor del área donde va a tener lugar el consumo o sea en la sala de procesamiento de leche de soya, de esta manera se obtiene, para un consumo de trabajo intermitente (consumo típico de las válvulas neumáticas), ya que el mismo fluye en dos direcciones.
- Se utilizará la forma de tuberías suspendidas, por lo tanto, la tubería principal se instalará lo suficientemente alta, evitando puertas y ventanas, y debe ser al mismo tiempo de fácil acceso para trabajos de mantenimiento.
- Las tuberías secundarias que alimentarán los puntos de consumo de los equipos de la planta de leche de soya saldrán en forma vertical ascendente de la tubería principal para luego con un codo de 180° cambiar a vertical descendente para evitar el arrastre de agua.
- Para el anclaje de la tubería principal desde el compresor y anillo cerrado en la sala de proceso se utilizarán soportes tipo cartela sujetos a las columnas y/o paredes.
- Considerando la temperatura ambiente a una altura de 2580m.s.n.m. (min 0°C – máx. 31°C) donde está situada la planta PIL. (Cochabamba-Bolivia) no es necesario el aislamiento de la tubería de aire comprimido.
- Dado que el diámetro de la tubería calculando más adelante es de (1 pulg.) las conexiones serán roscadas por lo cual requieren una instalación cuidadosa para evitar fugas.

a.) Sistema de suministro de aire

Para la instalación de la línea de aire comprimido se seguirá el tipo de instalación recomendado por Atlas Copco, indicado en la figura 16

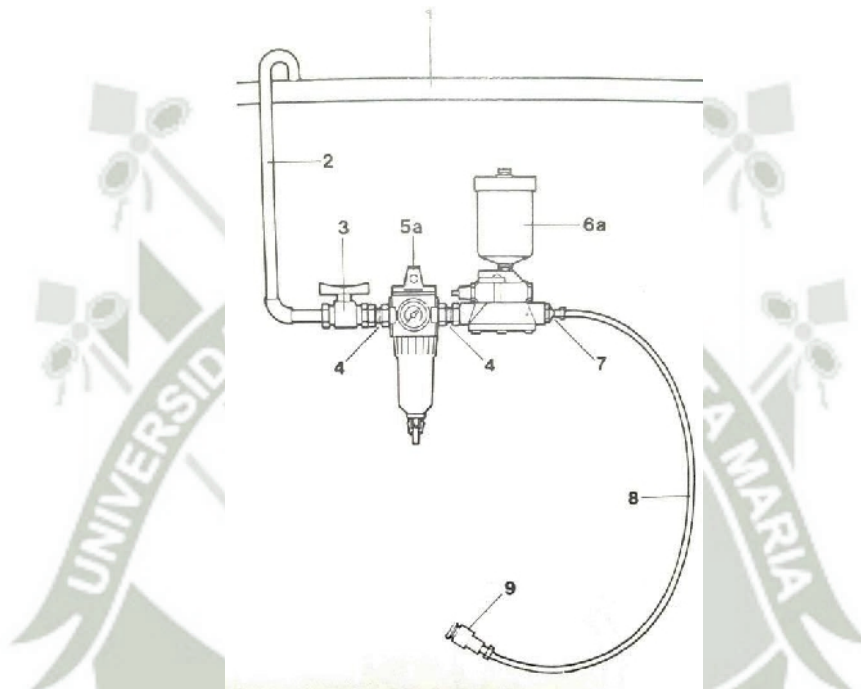


Figura 28. Instalación de acometida de aire.

Fuente: Manual de Atlas Copco, en red

Describiendo la figura 28 podemos indicar lo siguiente:

1. Anillo principal
2. Línea de servicio
3. Válvula de cierre
4. Acoplamiento
5. Regulador de presión con filtro de aire

6. Lubricador directo de aceite
7. Acoplamiento
8. Manguera de aire
9. Acoplamiento de conexión rápida

El sistema de aire comprimido en la conducción principal debe dimensionarse de forma que la caída de presión en las tuberías no exceda de 0.1 Bar (Manual de Atlas Copco), medida está entre la salida del compresor y la salida más distante, porque si la caída de presión en un sistema de aire comprimido es elevada (más de 0.1 Bar.), el resultado se traduce en una pérdida de potencia, que proporcionalmente es mucho más grande que la caída de presión.

b.) Longitud de la tubería de conducción de aire comprimido

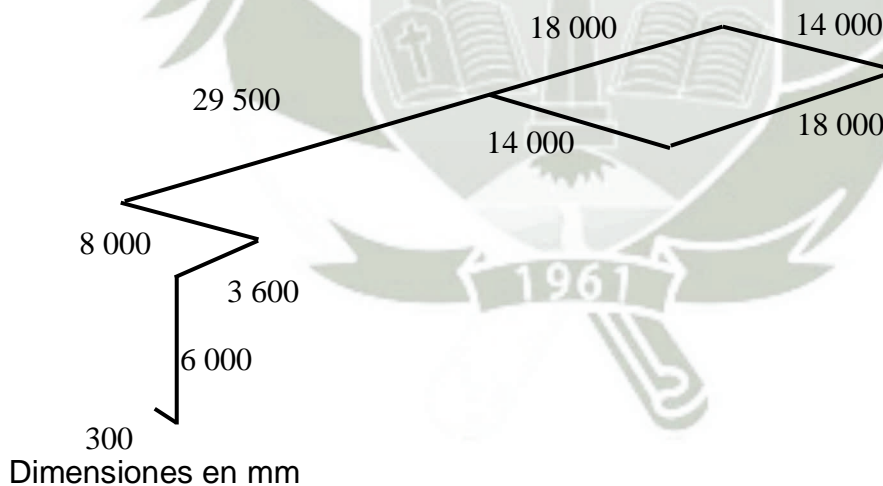


Figura 29. Croquis de línea de aire comprimido.

Fuente: Catálogo I HISROSTAL

L_{TCA} = Longitud total tubería de aire comprimido

$$L_{TCA} = 300 + 6\,000 + 3\,600 + 8\,000 + 29\,500 + 18\,000 + 14\,000 + 18\,000 + 14\,000 = 111\,400 \text{ mm} = 111.4 \text{ m}$$

4.2.4.2 Cálculo de la instalación de aire comprimido

Parámetros de la instalación

Longitud de la tubería = 111.4 m

Presión de servicio = 6. a 7 Bar

Presión antes de la unidad de consumo = 6 Bar

Presión atmosférica = 1 Bar

Temperatura = 20 °C

Consumo total = 200 lt/min

150 lt/min.
Panel de control
50 lt/min. CIP

Según requerimientos del
fabricante (Tetra-Pak)

4.2.4.3 Dimensionamiento de las tuberías

Criterios asumidos:

- Consideramos el consumo de aire más desfavorable respecto a las pérdidas de carga.
- Al tratarse de una instalación de bajo consumo 200 Lt/min., según requerimientos del fabricante de los equipos para procesar leche de soya, se considerará un único diámetro para todos los tramos de la línea principal o tubería

de conducción. Así mismo, se elegirá también un único diámetro para todas las tuberías de las acometidas.

c)

4.2.4.4 Dimensionamiento de los diámetros de las tuberías

Dimensionamos la tubería de acuerdo a las velocidades típicas de aire en los diferentes tipos de conductos (Manual de Atlas Copco):

Línea principal o tubería de conducción = 6 a 10 m/s

Acometidas = 15 a 20 m/s

Caudal de aire = 200 lt/min a 6 BAR (ref. fabricante)

$Q = 200 \text{ lt/min}$

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

Donde:

Q = Caudal de aire

V = velocidad de aire

D = Diámetro interior de la tubería

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$

$$Q = 200 \text{ lt/min} = 0.003333 \text{ m}^3/\text{s} = 3.3333 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\max} = 10 \text{ m/s (Linea principal)}$$

$$V_{\min} = 6 \text{ m/s (Linea principal)}$$

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{3.3333 \times 10^{-3} \times 4}{10 \times \pi}}$$

$$D_{\min} = 0.0205 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 20.5 \text{ mm}$$

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{3.3333 \times 10^{-3} \times 4}{6 \times \pi}}$$

$$D_{\max} = 0,0265 \approx 26,59 \text{ mm}$$

De los cálculos anteriores podemos concluir que la tubería principal o de conducción debe estar entre 20.5 mm y 26.6 mm.

Luego en función al catálogo de diámetros interiores de tuberías comerciales tenemos:

\emptyset_{no}

SCH 40 1" $\emptyset_{int} = 22 \text{ mm}$ $L = 6 \text{ m}$

SCH 40 1 1/4" $\emptyset_{int} = 37 \text{ mm}$ $L = 6 \text{ m}$ (SCH 40, $\emptyset_{nom} = 1"$)

Seleccionamos el diámetro interior de la tubería de $\emptyset 22 \text{ mm}$ ya que está dentro del rango de velocidades de conducción de aire comprimido.

4.2.4.5 Diámetros de las tuberías de acometida

Se determina el diámetro de la tubería de acometida con mayor caudal de consumo (panel de control 150 lt/min) de tal manera que se cumple con el criterio de velocidad (15 a 20 m/s)

$$Q = 150 \text{ lt/min} = 0.0025 \text{ m}^3/\text{s} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Calculo del diámetro máximo y mínimo según el criterio de velocidad entre 15 y 20 m/s

$$Q = V \cdot A = V \frac{\pi D^2}{4}$$

Donde:

Q = Caudal

V = Velocidad de aire

A = Área interior de tubería

D = Diámetro de la tubería

$$D_{min} = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{2.5 \times 10^{-3} \times 4}{20 \times \pi}}$$

$$D_{min} = 0,0126m \approx 12,6mm$$

$$D_{máz} = \sqrt{\frac{Q \times 4}{V \times \pi}}$$

$$D_{máz} = \sqrt{\frac{2.5 \times 10^{-3} \times 4}{15 \times \pi}}$$

$$D_{máz} = 0,0145m \approx 14,56mm$$

Luego en función al catálogo de tuberías y observando el diámetro interior de tuberías comerciales tenemos:

SCH 40

1/2" $\varnothing_{int} = 13 \text{ mm}$ L= 6m

Seleccionamos el $\varnothing_{int} = 13 \text{ mm}$ ya que está dentro del rango de velocidades de conducción del aire comprimido.

4.2.4.6 Cálculo de pérdidas de carga

En el dimensionamiento de instalación de aire comprimido es habitual utilizar monografías proporcionados por los fabricantes de tuberías o de compresores por lo tanto usamos el siguiente monograma para determinar las pérdidas de carga.

4.2.4.7 Selección del compresor

Para seleccionar el compresor adecuado para la instalación consideramos los consumos que van a ser habituales.

El tanque del compresor se dimensionará para que permita dar respuesta a los picos puntuales de consumo que se pueden producir.

La regulación de presión del depósito se realizará mediante la parada y puesta en marcha del compresor cuando se alcancen las presiones de 7 y 6.5 BAR respectivamente.

a.) Consumos

Consideramos el uso habitual que se hace de las máquinas que alimentan la instalación, por lo tanto empleamos los siguientes coeficientes para corregir los caudales de consumo.

b.) Coeficiente de uso (c_u)

El coeficiente de uso se define como la fracción del tiempo total de funcionamiento en la cual la máquina o equipo consume aire comprimido.

c.) Panel de control

El consumo de aire se produce el 50% del tiempo en el que está en marcha la planta de procesamiento de leche de soya.

d.) Cleaning in place (CIP)

El consumo de aire se produce el 20% del tiempo en el que esta marcha el CIP por lo tanto:

Panel de control » $C_u = 0.5$

CIP » $C_u = 0.2$

e.) Coeficiente para futuras ampliaciones (C_{MA})

Normalmente se suele prever que el consumo puede aumentar hasta un 20% en el futuro al añadir nuevos equipos a la instalación por lo tanto $C_{MA}=1.1$

f.) Coeficiente por fugas (c_{mf})

En este caso se va a tratar de que el montaje de la instalación lo realice personal calificado y con material de buena calidad por lo que consideramos el coeficiente $C_{MF}=1.05$

g.) Coeficiente del ciclo de funcionamiento del compresor (c_{cc})

Teniendo en cuenta el consumo específico de caudal de cada equipo (Q_{esp}) y considerando los coeficientes anteriores, el consumo habitual de la instalación es:

$$Q_{consumo}: C_s = \sum_{i=1}^n Q_{esp} \times C_u$$

4.2.4.8 Cálculo del consumo habitual de la instalación en condiciones normales de presión

$$\text{Panel de control} = 150 \text{ l/min} \times 6 \text{ BAR} = 900 \text{ LN/min}$$

$$\text{CIP} = 50 \text{ lt/min} \times 6 \text{ BAR} = 300 \text{ LN/min}$$

$$Q_{comp} = 0.94(900 \times 0.5 + 300 \times 0.2) = 479.4 \text{ LN/min}$$

$$= 7.99 \text{ LN/s}$$

4.2.4.9 Caudal que debe producir el compresor

Para calcular el caudal que debe producir el compresor se consideran tres coeficientes.

Aplicando estos tres coeficientes, el caudal que tiene que proporcionar el compresor de:

$$Q_{comp} = C_s \times C_{CMA} \times C_{CC} \times \sum_{i=1}^n Q_{esp.i} \times C_{u.i}$$

$$Q_{comp} = 0,94 \times 1,05 \times 1,10 \times 2 \times [(900 \times 0,5) + (300 \times 0,2)]$$

$$Q_{comp} = 1107,0 \text{ NL/min} \approx 18,45 \text{ NL/seg}$$

Seleccionamos al compresor según catálogo del fabricante

(Josval www.compresoresjosval.com)

Max. Presión de trabajo = 7.5 BAR

Capacidad = 1100 L/min = 18.45 NL/seg

Potencia = 7.5 kW

Nivel sonoro = 61 dB

Peso = 221 Kg.

Motor eléctrico 3~, 380V. con arranque estrella - triangulo

Código: 5239213, Modelo: C-10/500

4.2.4.10 Cálculo del volumen del tanque del compresor

En este caso, como la producción de aire comprimido se va a controlar con la parada y puesta en marcha del compresor, interesa que el número de conexiones y desconexiones de éste sea como máximo 7 veces por hora.

La ecuación de diseño que se utiliza es la siguiente:

$$V_{DEP} = \frac{15 \times Q_{comp} \times Patm}{Z_s \times AP}$$

Donde:

V_{DEP} = Capacidad del tanque en m^3

Q_{comp} = Caudal del compresor en Nm^3/min

P_{atm} = Presión atmosférica (absoluta) en BAR

Z_s = Frecuencia de conexión del compresor a h^{-1}

Δp = Variación máxima de presión en el tanque ($P_{max}-P_{min}$) en BAR

Reemplazando:

$Q_{comp} = 21.00 \text{ N l/s} = 21.00 \times 10^3$

$P_{atm} = 1 \text{ BAR}$

$Z_s = 3 \text{ h}^{-1}$

$\Delta p = 0.5 \text{ BAR}$

$$V_{DEP} = \frac{15 \times 21.00 \times 10^{-3} \times 1}{3 \times 0.5}$$

$$V_{DEP} = 0,2011 m^3 \approx 201,1 lt$$

El tanque del compresor comercial seleccionado tiene 500 lt.

COMPRESORES DE PISTÓN / g

A excepción del modelo NK-15, el resto de compresores hasta 100 litros van equipados con ruedas.



MONOFÁSICOS

Accionamiento Directo

Código	Modelo	HP	Kw	Lts	Cil./Et.	l/m	m³/h	r.p.m.	LxWxH		Kg.
									mm		
5083017	NK-15	2	1,5	15	1/1	202	12,1	2800	500x440x500		17
5083027	NK-25	2	1,5	25	1/1	202	12,1	2800	610x280x560		26
5083057	NK-50	2	1,5	50	1/1	202	12,1	2800	720x340x740		36
5093058	NKV-50	3	2,2	50	2/1	357	21,4	2800	820x360x650		44

Accionamiento por Correas

Código	Modelo	HP	Kw	Lts	Cil./Et.	l/m	m³/h	r.p.m.	LxWxH		Kg.
									mm		
5081056	C-2/50M -Bv-	2	1,5	50	2/1	280	16,8	1020	810x380x800		58
5081076	C-2/100M -Bv-	2	1,5	100	2/1	280	16,8	1020	1100x390x870		73
5091026	C-3/25M-A -Bv-*	3	2,2	25	2/1	330	19,8	1020	960x520x680		62
5091056	C-3/50M -Bv-	3	2,2	50	2/1	330	19,8	1020	810x380x800		60
5091076	C-3/100M -Bv-	3	2,2	100	2/1	330	19,8	1020	1100x390x870		75
5091086	C-3/200M -Bv-	3	2,2	200	2/1	330	19,8	1020	1420x470x1040		92

*Equipado con válvula automática, especial para pintura o gotelé.

Los compresores de 50 y 100 litros accionados por correas van equipados con enrollador de manguera y un kit manguera de aire de 5 metros con enchufe rápido y conector.



TRIFÁSICOS

Accionamiento por Correas

Código	Modelo	HP	Kw	Lts	Cil./Et.	l/m	m³/h	r.p.m.	LxWxH		Kg.
									mm		
5181077	C-2/100 -Bv-	2	1,5	100	2/1	280	16,8	1020	1100x390x870		73
5191187	C-3/200 -Bv-	3	2,2	200	2/1	330	19,8	1020	1420x470x1040		92
5219077	C-5,5/100 -Bv-	5,5	4	100	2/1	600	36	900	1040x440x980		93
5219197	C-5,5/270 -Bv-	5,5	4	270	2/1	600	36	900	1490x520x1100		131
5229077	C-7,5/100 -Bv-	7,5	5,5	100	2/1	900	54	900	1040x440x980		98
5229217	C-7,5/500 -Bv-	7,5	5,5	500	2/1	900	54	900	2000x650x1350		206
5239213	C-10/500	10	7,5	500	2/2	1100	66	985	2000x650x1350		211
5219207	C-5,5/5000 -Bv-	2x5,5	2x4	500	4/1	2x600	2x36	900	2000x650x1350		278
5229207	C-7,5/5000 -Bv-	2x7,5	2x5,5	500	4/1	2x900	2x54	900	2000x650x1350		298

Los compresores cuya presión máxima es de 8 o 10 bar, salen regulados de fábricas a una presión estándar de 6 bar de mínima y 8 bar de máxima.

Figura 31. Catálogo de compresores de aire CIERZO.

Fuente: Catálogo CIERZO, en red

4.2.5. Sistema de enfriamiento.

4.2.5.1. Refrigeración por amoníaco.

La planta ya cuenta con un sistema de enfriamiento de leche por medio de agua helada (refrigerante secundario), la cual es enfriada por medio de amoníaco (refrigerante primario).

El amoníaco es bombeado en su etapa líquida hacia los serpentines del banco de agua helada (evaporador) desde el tanque separador de líquido. Una vez que intercambia calor con el agua, ésta es enfriada y el amoníaco pasa de la etapa líquida a gaseosa, a baja presión y es succionado por el compresor de amoníaco, el cual inmediatamente le eleva la presión y temperatura y es enviado en su forma gaseosa a alta presión y alta temperatura hacia los condensadores evaporativos, donde, por un proceso de transferencia de calor, por lluvia de agua y ventilación forzada, el amoníaco cambia de estado gaseoso a líquido, a alta presión y desde los condensadores evaporativos llegan hacia un tanque receptor de amoníaco; desde este tanque el amoníaco gaseoso es enviado hacia el tanque separador de amoníaco y desde éste es enviado hacia el evaporador como se explicó al comienzo de este párrafo.

4.2.5.2. Sistema de agua helada.

El agua helada, como se mencionó anteriormente, será usada para el enfriamiento de la leche de soya en las etapas de molienda y desactivación enzimática, pero el banco tendrá que ampliarse para abastecer de agua a todas las

plantas. Según fabricante TETRA ALWIN SOY (TETRA PAK) el nuevo equipo requerirá una capacidad de 50m^3 .

4.2.5.3. Volumen de agua fría en el banco de hielo destinado a la planta de soya

$V=50\text{m}^3$ (según requerimiento del fabricante de la planta de leche de soya)

Para una capacidad de proceso de $4\,000(\text{lt/h})$ de leche de soya.

a.) Temperatura del agua helada

$T^{\circ}\text{min}= 0^{\circ}\text{C}$

$T^{\circ}\text{max}= 4^{\circ}\text{C}$

Según requerimiento del fabricante de la planta de leche de soya.

b.) Datos técnicos planta de refrigeración de amoníaco (NH_3)

- 2 compresores H5/RC – 29 (Henry Soby) con una capacidad de $77\,000\text{ Kcal/h}$ a -5°C de temperatura de evaporación, 35°C de temperatura de condensación a $1\,460\text{ RPM}$.
- 2 motores eléctricos de 30 Kw , $3 \times 380\text{v}$, 50Hz a $1\,700\text{ RPM}$.
- Un condensador FKS 225 con una capacidad de $225\,000\text{ Kcal/h}$ a 35°C de temperatura de condensación y 20°C de bulbo húmedo.
- Recibidor R-450
- Banco de hielo:

$6\,000 \times 3\,000 \times 3\,000\text{ mm}$.

El tanque banco de hielo tiene 1 800m. de tubo de acero galvanizado
capacidad

acumulada de 1 080 000 Kcal con un espesor de hielo de 41 mm.

- Superficie efectiva de enfriamiento 94 m²
- Dos agitadores en el banco de hielo de 2,2 Kw. 3 x 380v, 50Hz, 1 100

RPM.

Fuente: Fabricantes de equipos: Henry Soby

c.) Consumo de agua helada en la planta

Según requerimiento del fabricante se debe contar con una capacidad instalada de $Q_{iw} = 9\ 000\ \text{lt/h}$, a una temperatura de 0°C a 4°C y una presión de 4 BAR. Para alimentar el equipo de soya.

Parámetros de cálculo de la red de agua fría

$$Q_{iw} = 9\ 000\ \text{lt/h}$$

4.2.5.4 Red de agua del banco de hielo a la planta de proceso de soya

a.) Isométrico red de agua helada

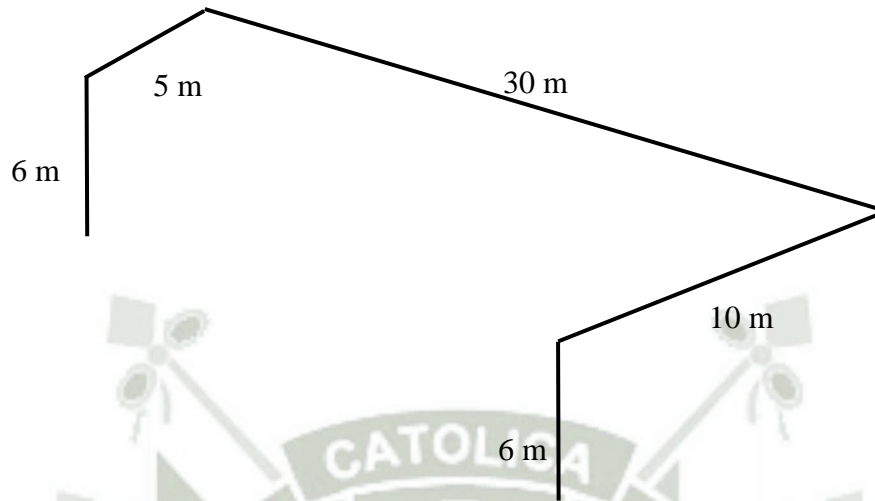


Figura 32. Croquis de red de agua helada hacia planta.

Fuente: Elaboración propia

$$L_T = 57 \text{ m.}$$

$$N^\circ \text{ codos } \varnothing 53 \text{ mm } 90^\circ = 5$$

$$N^\circ \text{ de válvulas de bola Inox. } \varnothing 2'' = 2$$

$$P_{iw} = 4 \text{ BAR}$$

$$T^\circ = 0^\circ \text{ a } 4^\circ \text{C}$$

b.) Calculo de la red

Segun V.S. Yablonski (Hidráulica E.Z. Rabinovich)

Se puede considerar que el diámetro más ventajoso (económico), generalmente corresponde a la velocidad de corriente del líquido de 1 m/s, o sea el diámetro determinado por la fórmula:

$$d_e = 1.12 \sqrt{Q}$$

$$d_e = \varnothing \text{ económico en (m)}$$

Q = caudal m³/s

$$Q = 8\,000 \text{ lt/h} = 8\,000 \frac{\text{lt}}{\text{h}} \times \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ lt}} \times \frac{\text{h}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q = 0.00222 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d_e = 1.12\sqrt{0.00222} = 0.0527 \text{ (m)} = 52.8 \text{ mm}$$

Por lo tanto seleccionamos un tubo Inox. AISI 304 de

$$\varnothing_{\text{ext}} = 53.00 \text{ mm}$$

$$e = 1.5 \text{ mm}$$

Tubería DIN - 11850

Calidad alimentaria 304L

$$\varnothing_{\text{int}} = 53 - (2 \times 1.5) = 50 \text{ mm} = 0.050 \text{ m}$$

Con el \varnothing seleccionado aumentara ligeramente la velocidad, tomamos esta decisión por que el acero Inox. Sanitario tiene mayor costo que el acero galvanizado.

c.) Cálculo de la pérdida de carga banco de hielo - equipo desactivación enzimática

De acuerdo el plano isométrico tenemos:

Longitud tubo Inox. = 57 m

5 codos \varnothing 53 mm x 90°

2 válvulas de bola Inox. \varnothing 2"

Pérdida de carga en el equipo desactivación = 0.375 BAR (dato fabricante Tetra Pak)

Para el cálculo de pérdidas de carga se debe considerar la velocidad del fluido dentro de las tuberías y accesorios.

$$Q = V \times A$$

Q = caudal m³/h

V = velocidad m/s

A = Area m²

$$Q = 9\,000 \text{ lt/h}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times (0.050)^2}{4} = 0.00196 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0026 \text{ m}^3/\text{s}}{0.00196 \text{ m}^2}$$

$$V = 1.1332 \text{ m/s}$$

Luego calculamos el N° de Reynolds = Re

$$Re = \frac{dv}{y}$$

d = Ø int. de la tubería en m.

v = velocidad (m/s)

y = viscosidad cinemática (m²/s)

para agua a T° = 0°C

$$y = 1.787 \times 10^{-6}$$

$$Re = \frac{0.05 \text{ m} \times 1.132 \text{ m/s}}{1.787 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 3167.31$$

Coeficiente de rugosidad

$$\text{Tubería Inox.} = 0.011$$

d.) Rugosidad relativa

$$\text{Rugosidad Rel.} = \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0.0025\text{mm}}{50\text{mm}} = 5 \times 10^{-5}$$

ε = Rugosidad Tub. Inox. 304

d = Diámetro interior del tubo

De acuerdo al diagrama de moody

Nº de Reynolds = 3167

Rugosidad relativa para acero inoxidable = 5×10^{-5}

Obtenemos un factor de fricción $f = 0.034$

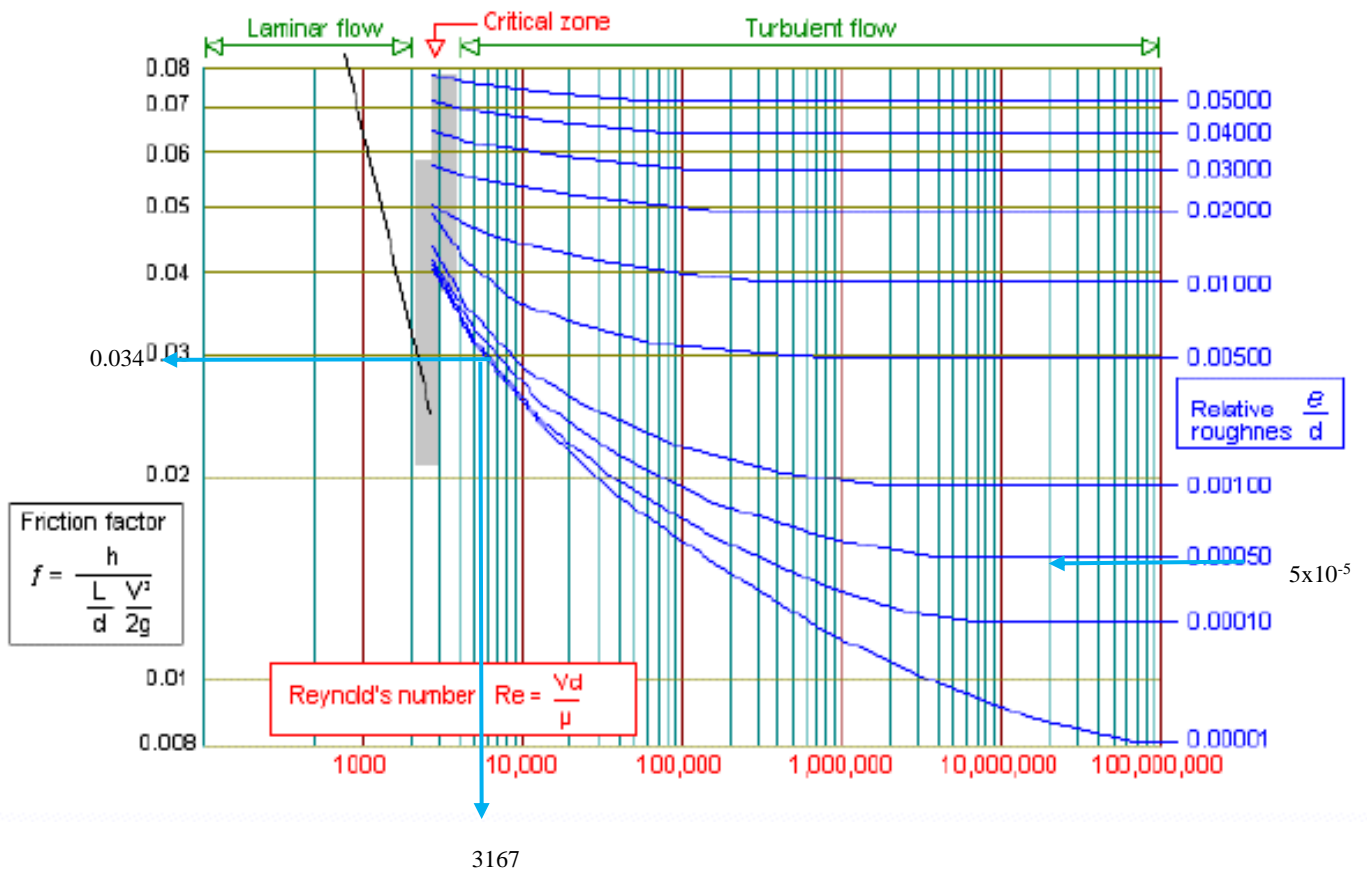


Figura 33. Diagrama de Moody.

Fuente: En red

e.) ΔP_v = pérdida de carga en la tubería

f = factor de fricción = 0.034

$$\Delta p_v = f L y v^2/2g$$

y = peso específico del agua = 1 000 N/m³

v = velocidad del flujo = 1.132 m/s

L = Largo tubería

g = aceleración de la gravedad = 9.77

m/s²

$$= 0.034 \times (2 \times 57) \times 1\,000 \times$$

$$1.132^2/2 \times 9.77$$

(Manual del Ing. de taller - Hutte) = 254 mm columna de agua

= 0.254 m. columna de agua

Nota: se considera 57m de Tub. x 2 debido al retorno al banco de

hielo

f.) ΔP_r = Pérdida de carga en accesorios

f-1) codos de 90°

$$\Delta p_r = \xi y v^2/2g$$

Manual del Ing. de taller Hutte

ξ = Coeficiente de resistencia

ξ = 0.3 grafico Manual del Ing. de taller Hutte

y = peso específico del agua = 1 000 N/m³

$v = \text{velocidad del flujo} = 1.132 \text{ m/s}$

$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9.77 \text{ m/s}^2$

$$\Delta p_r = 0.3 \times 1\,000 \times (1.132)^2 / 2 \times 9.77$$

$$\Delta p_r = 19.6 \text{ mm col. de agua}$$

$$\Delta p_r = 0.196 \text{ m col. de agua}$$

$$\Delta p_{r\text{total}} = 5 \times 0.196 = 0.98 \text{ m columna de agua}$$

f-2) Válvulas de bola 2"

$$\Delta p_v = \xi \cdot v^2 / 2 \quad \text{Manual de Ing. de taller Hutte}$$

$\xi = \text{Coeficiente de resistencia}$

$\xi = 0.5 \text{ grafico Manual del Ing. de taller Hutte}$

$$\Delta p_v = 0.5 \times 1\,000 \times (1.132)^2 / 2 \times 9.77$$

$$\Delta p_v = 32.78 \text{ mm col. de agua}$$

$$\Delta p_v = 0.327 \text{ m col. de agua}$$

$$\Delta p_{v\text{TOTAL}} = 2 \times 0.327 = 0.654 \text{ m. columna de agua}$$

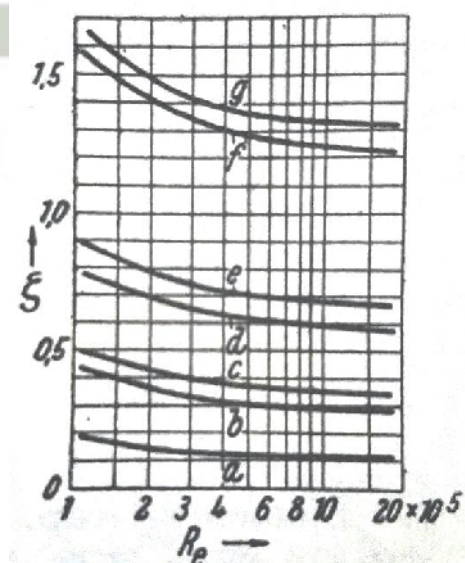


Figura 34. Coeficiente de resistencia de diversos codos de tubería.

Fuente: En red

- a. Cuadrantes de tubo liso con $R=4 d$,
- b. Cuadrantes de tubo liso con $R=d$,
- c. Cuadrantes de tubo plegado con $R=3.5d$,
- d. Liras de tubo liso con cuadrante con $R=4 d$,
- e. Mangas metálicas de desviación con doble codo,
- f. Compensadores en U de tubo plegado,
- g. Liras de tubo plegado (mediciones de la "Bewag" Berlin)

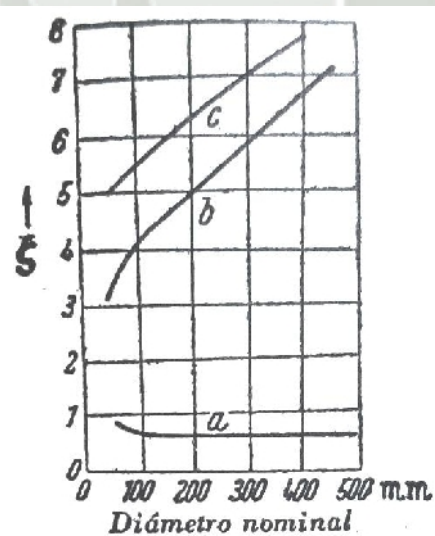


Figura 35. Coeficiente de resistencia de válvulas.

Fuente: En red

6.66

- a. Válvulas de flujo libre

- b. Válvulas de esquina
- c. Válvulas de cierre DIN

Pérdida de carga total en (m.c.a)

Cuadro 24. Datos de componentes de línea de agua helada

Perdidas por	Unidad	Cantidad	Total pérdidas m.c.a.
Tubo de conducción	m	57 x 2 =114	0.254
Codos 90° (radio corto)	-	5	0.98
Válvula de bola 2"	-	2	0.654
Equipo de deactivation	-		3.75

Fuente: Elaboración propia.

Perdida de carga total = 5.638 m.c.a.

Datos del fabricante de equipo.

4.2.5.5 Cálculo y selección de la bomba

Presión requerida por el equipo de deactivation = 4 BAR

A esta presión se la adiciona la perdida de carga

Total = 5.638 m.c.a.

Tenemos:

1BAR = 10.20 m.c.a.

Presión en el equipo de deactivation

4BARx10.20 = 40.8 m.c.a.

Perdidas de carga = 5.638 m.c.a.

Presión de cálculo = 46.438 m.c.a.

Caudal = 8 000 lt/hr

Según catálogo del fabricante HIDROSTAL

Para:

P=46.438 m.c.a.

Caudal=8 000 lt/hr=2.22 lt/s

De acuerdo al rango de operación a 60 Hz, y 3 600 RPM. La bomba 32-160L cumple con los requerimientos. Luego recurrimos a las curvas de operación y para la bomba centrífuga HIDROSTAL:

32-160L

n= 3 430 RPM

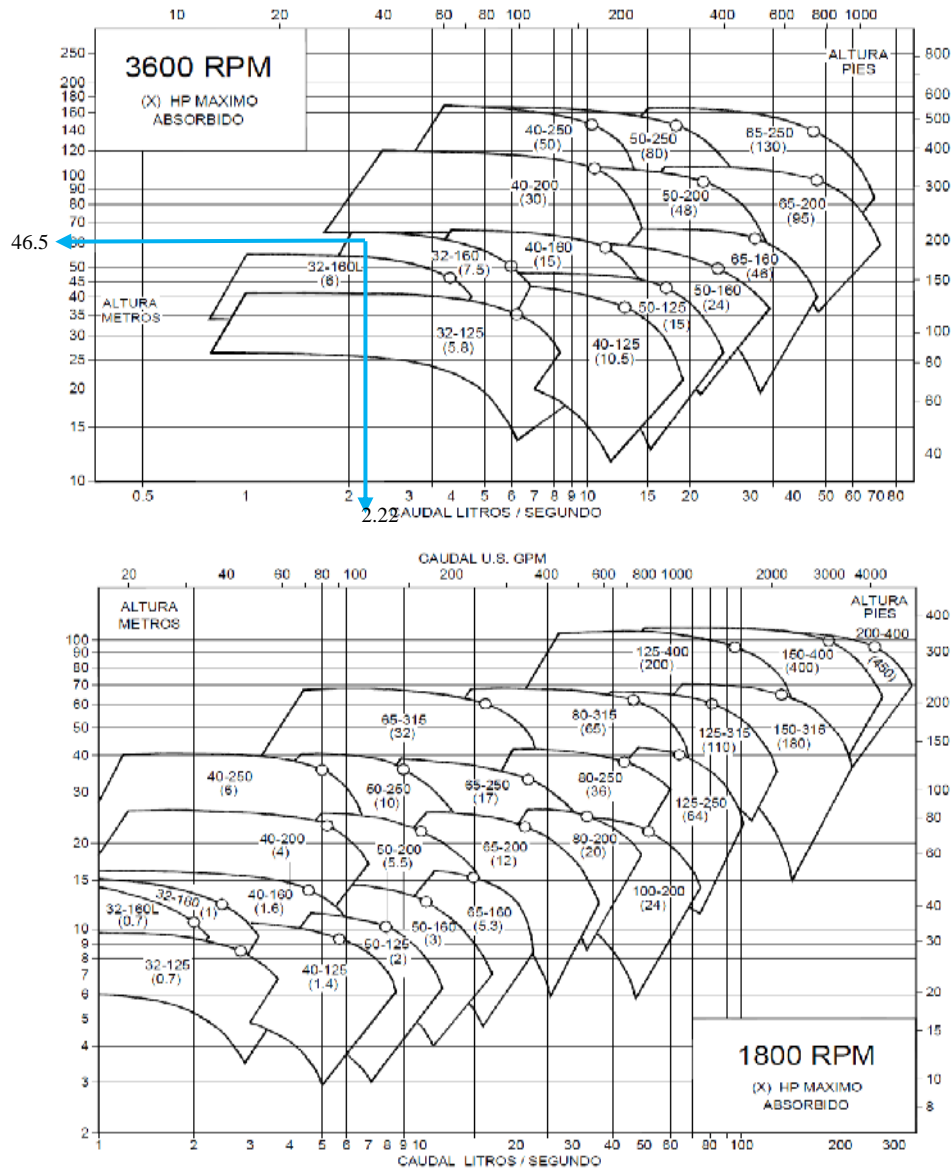
con un impeler de $\varnothing 165\text{mm}$

Para 2.22 lt/s obtenemos H= 46.5 m.c.a.

PoT=4HP

NPSH=4m

RANGOS DE OPERACION A 60 Hz



NOTA: PARA UNA CORRECTA SELECCION DIRIJASE A LAS CURVAS INDIVIDUALES DE LAS BOMBAS DE ACUERDO A SU EJECUCION METALURGICA:

SECCION 10 A: BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO

SECCION 10 B: BOMBAS CON CAJA EN ACERO INOXIDABLE O EN BRONCE SIN RECUBRIMIENTO CERAMICO

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATALOGO I - VERSION: G
REV.10_06/12_ 3



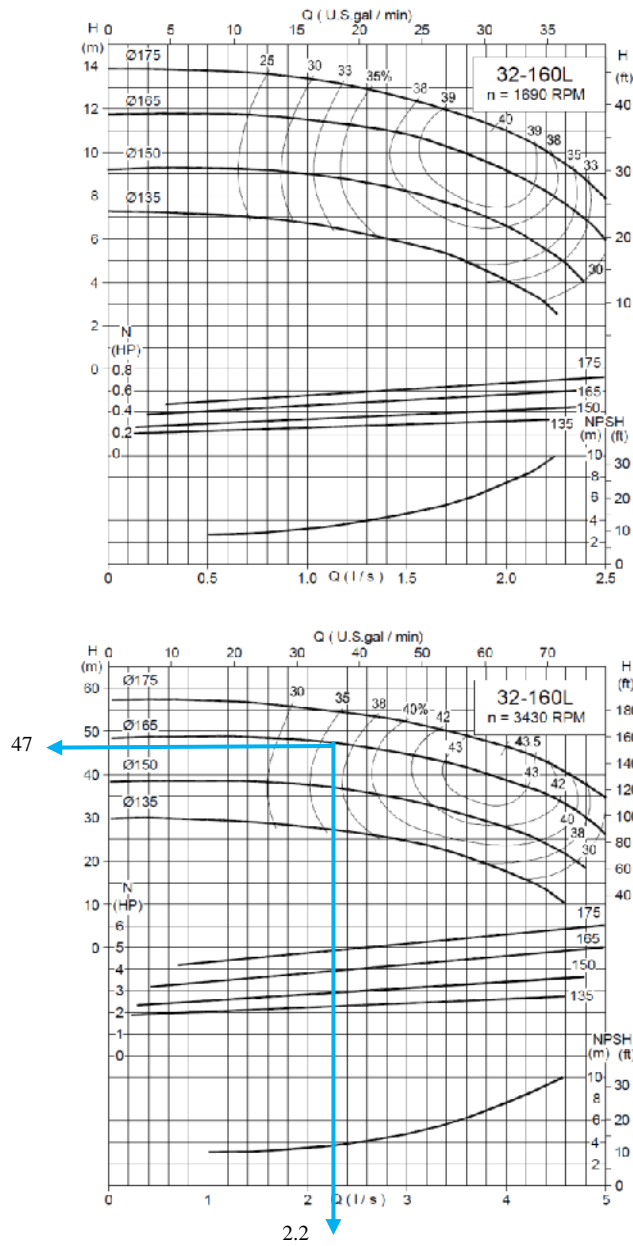
Figura 36. Rangos de operación de bombas.

Fuente: Catálogo I HIDROSTAL



CURVAS DE OPERACION A 60 Hz

32 - 160L



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN ACERO INOXIDABLE O EN BRONCE SIN RECUBRIMIENTO CERAMICO.
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATALOGO T -VERSION: G
REV.10_06/12_32



Figura 37. Curvas de operación de bombas.

Fuente: Catálogo I HIDROSTAL

4.2.6. Requerimientos de potencia eléctrica.

POTENCIA REQUERIDA

Planta Tetra Alwin Soy

Planta de refrigeración (dos compresores) 30 Kw/c/v) = 60.00 Kw

Bomba agua helada 4HP = 3.00 kw

Bomba de agua potable al tanque pulmón 7.5 HP = 5.50 Kw

Bomba de agua tratada (proceso) 5 HP = 3.70 Kw

Compresor = 7.50 Kw

Iluminación = 10.00 Kw

Agitador de tanque 2000 Lt = 0.75 Kw

Bomba de tornillo excéntrico = 3.00 Kw

Molino de disco perforado = 45.00 Kw

Molino coloidal dentado = 37.00 Kw

Bomba centrífuga LKH-10 = 1.50 Kw

Decantador centrífugo = 15.00 Kw

Agitador de tanque de lavado de okara = 1.50 Kw

Bomba de tornillo excéntrico = 3.00 Kw

Bomba de retorno CIP LKH-10 = 3.00 Kw

Bomba centrífuga CIP = 4.00 Kw

Bomba de tornillo excéntrico (desact. Enzima) = 3.00 Kw

Bomba centrífuga LKH-10 CIP by pass = 3.00 Kw

Bomba de vacío SIHI = 2.20 Kw

Bomba centrífuga LKH-10 (extracción de producto) = 3.00 Kw

Bomba para remoción de okara = 3.00 Kw

Potencia requerida = 218 Kw Total = 217.65 Kw, V=380 trifásico

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Capítulo 5

5.1. Consideraciones Generales.

Los costos son de los equipos, máquinas y componentes, servicios, obra civil y valor del terreno, estos datos son obtenidos de los cuadernos contables de la misma empresa.

5.2. Consideraciones Específicas

5.2.1. Producto

Leche de soya en envase: Tetra Pak 1 lt-250 ml
Pre pack 1 lt

5.2.2. Mercado

Distribución a nivel nacional en el Estado Plurinacional de Bolivia.

5.2.3. Precio de Venta Por litro

3.0 Bs

(1US\$ = 7Bs)

5.2.4. Costo de producción

Costo de producción = 0.8 Bs (Fuente: Empresa PIL)

5.2.5. Otros costos y gastos

- Costos financieros
- Gastos generales y de administración
- Gastos de venta
- Por la información obtenida estos suman aproximadamente = 0.4 Bs

(Fuente: Empresa PIL)

5.2.6. Ventas netas

Volumen de ventas = 30 000 lt/día x 260 días = 7 800 000 lt

Valor de ventas = 7 800 000 lt x 3 Bs/lt = 23 400 000 Bs x año

5.2.7. Margen de utilidad

Margen de utilidad = 53.33% (información de la empresa)

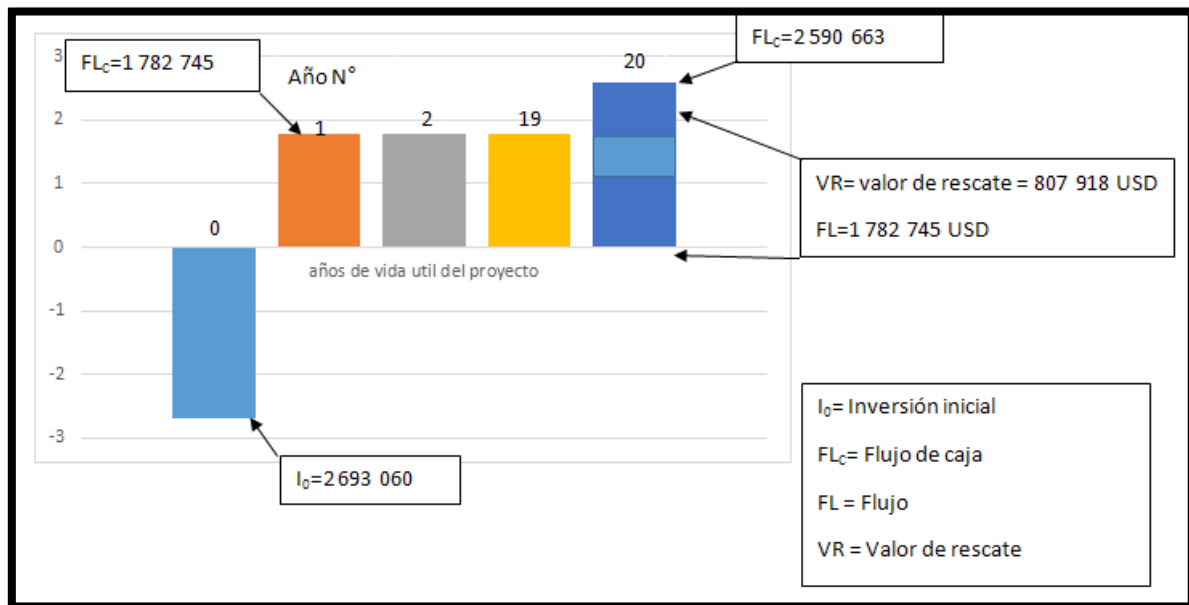
5.2.8. Flujo neto de caja anual

$23\,400\,000 \times 0.5333\% = 12\,479\,220$ Bs

= 1 782 745.7 US\$

5.3. Flujo de caja anual proyectado

Cuadro 24. Flujo de caja anual proyectado a 20 años



Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Determinación del monto de inversión inicial

	US\$	US\$.
Maquinaria precio Ex-fabrica	745 000	
Equipo opcional:		
• Equipo de bicarbonato de sodio	14 000	
• Okara pump	<u>19 000</u>	
	778 000 *	
▪ Transporte, seguro, y flete (12%) *	93 360	
▪ Instalación en planta (10%) *	77 800	
• Gastos de puesta en marcha (5%) *	<u>38 900</u>	
	210 060	988 060

• Equipos auxiliares		
• Planta de vapor	100 000	
• Planta de refrigeración	90 000	
Incluyendo banco de hielo		
• Planta de tratamiento de agua	80 000	
• Planta de aire comprimido	20 000	
• Instalaciones eléctricas	25 000	
	315 000	1 303 060

5.3.2. Equipo de almacenaje y envasado

	US\$.	US\$.
• 2 tanques de proceso (20 000lt)	80 000	
• Envasadora Pre Pack	70 000	
• Encajadora Tetra-Trey	40 000	
• Envasadoras Tetra Pak 1 000 cm ³ y 250 cm ³	0	
(Alquiler con el costo cargado al material de Envase)		
(Total costo de producción)	190 000	1 493 060

5.3.3. Obra civil

• Planta de proceso	500 000	
• Almacenes de materia prima	100 000	
• Almacén de producto terminado	100 000	
	700 000	2 193 060

5.3.4. Bienes raíces

• Terreno	500 000	
	500 000	2 693 060

5.3.5. Valor de Rescate

Valor proyectado de los activos al final de la vida útil es de USD 807 918.00

(Determinado por el área contable)

5.4. Cálculo de los indicadores de evaluación

5.4.1. Cálculo del valor actual neto (VAN)

$$VAN = -I_0 + \frac{R_1}{1+k} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+k)^n}$$

I_0 = Inversión inicial

R_1 a R_n = Flujos de efectivo por periodo

K = rendimiento mínimo aceptable = 14% (proporcionado por el área financiera)

$$VAN = -2\,693\,060 + \frac{1\,782\,745}{1+0.14} + \frac{1\,782\,745}{(1+0.14)^2} + \dots + \frac{2\,590\,663}{(1+0.14)^{20}}$$

$K = 14\%$

$VAN = US\$ 10\,623\,053.27$

5.4.2. Cálculo de la tasa interna de rendimiento = r

$$I_0 = \frac{R_1}{1+r} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \frac{R_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n}$$

$$2\,693\,060 = \frac{1\,782\,745}{1+r} + \frac{1\,782\,745}{(1+r)^2} + \frac{1\,782\,745}{(1+r)^3} + \dots + \frac{2\,590\,663}{(1+r)^{20}}$$

$$r = 0.6620$$

$$\text{TIR} = 66.20\%$$

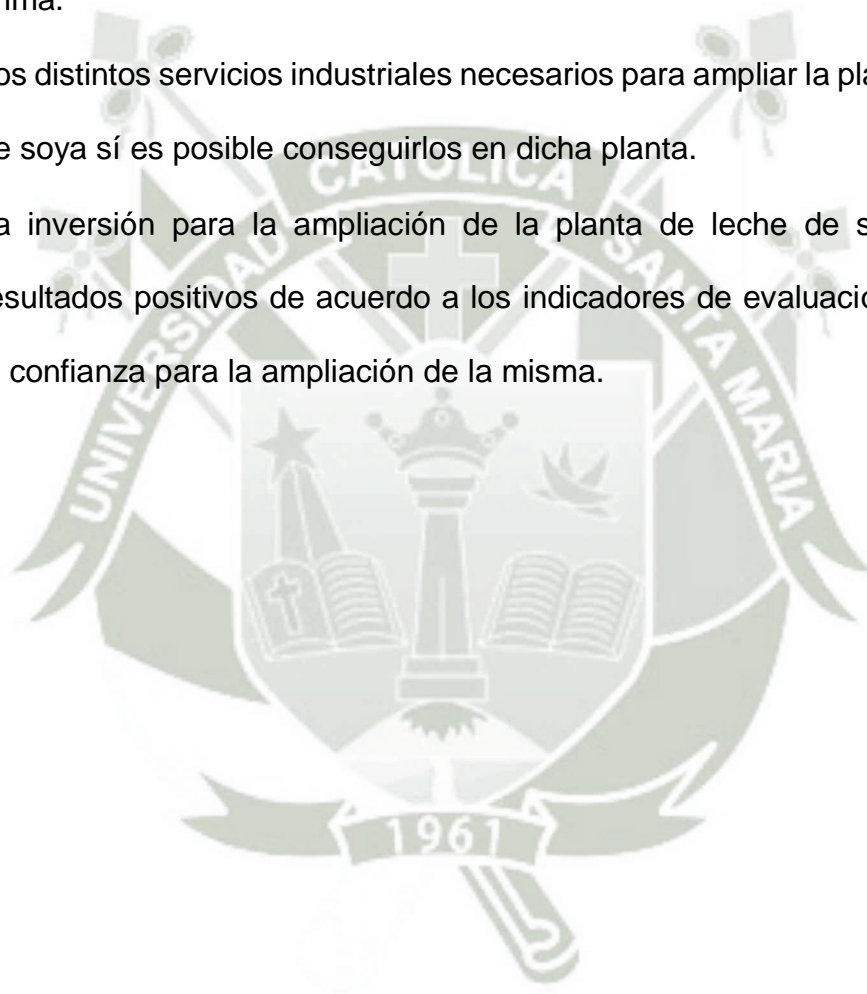
5.5. Conclusión

Con una TIR= 66.20% y VAN = US\$ 10 623 053.27 para un proyecto con una vida útil de 20 años se puede concluir que es viable.



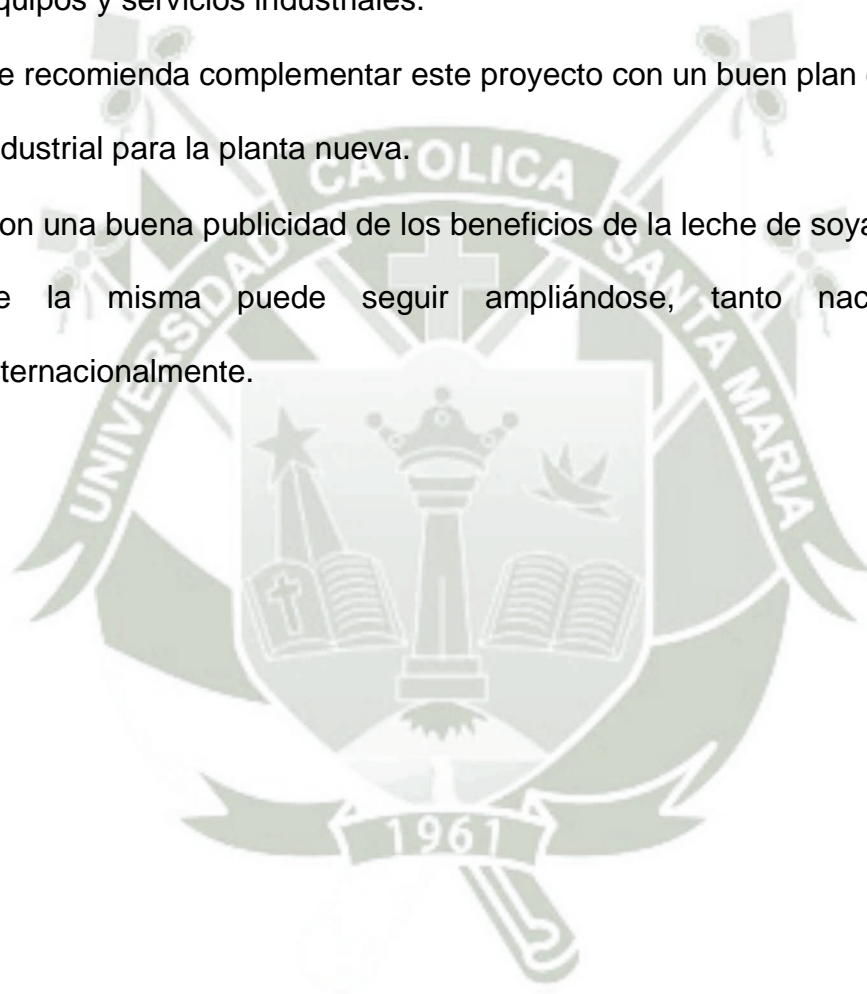
CONCLUSIONES

- El consumo de leche de soya como un alimento alternativo sí tiene acogida por un buen número de personas.
- La producción de soya en Bolivia es bastante grande, sobrepasa el consumo interno, por lo que no habría problemas en conseguir la soya como materia prima.
- Los distintos servicios industriales necesarios para ampliar la planta de leche de soya sí es posible conseguirlos en dicha planta.
- La inversión para la ampliación de la planta de leche de soya sí tiene resultados positivos de acuerdo a los indicadores de evaluación, lo que da la confianza para la ampliación de la misma.



RECOMENDACIONES

- Realizar un buen plan de mantenimiento para asegurarnos el buen funcionamiento, tanto de los equipos como de los servicios industriales que trabajan con dichos equipos.
- Capacitar al personal operador y de mantenimiento en el buen uso de los equipos y servicios industriales.
- Se recomienda complementar este proyecto con un buen plan de seguridad industrial para la planta nueva.
- Con una buena publicidad de los beneficios de la leche de soya el consumo de la misma puede seguir ampliándose, tanto nacional como internacionalmente.



BIBLIOGRAFIA

- Trinidad Ardiles, Reynaldo (2015). En el Perú ya se consumen transgénicos. En: Agro Noticias, edición N° 420: 18-21.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015). *Sistema Integrado de Estadística Agraria SIEA*. Lima: MINAGRI.
- Macias, E. (2003). Diseño de Estrategias de Introducción para la Línea Leche de Soya de la Empresa de Alimentos Alfa Productos Nordland Ltda. (Tesis de Grado). Oruro: Universidad Técnica de Oruro. Recuperado el 12 de mayo de 2016 desde <http://dpicuto.edu.bo/tesis/facultad-de-ciencias-economicas-financieras-y-administrativas/carrera-de-administracion-de-empresas/>
- PIL Andina S.A. (2004). Proyecto Planta 3: Proyecto de diversificación industrial de PIL Andina - Cochabamba. Cochabamba: Autor.
- PIL Andina S.A. (Coordinador) (2004). Programa de capacitación vinculado al proyecto de diversificación industrial de PIL Andina - Cochabamba. Cochabamba: Autor.
- PIL Andina S.A. (2011). PIL ANDINA: Memoria Anual 2010. Cochabamba: PIL Andina.
- PIL Andina S.A. (2012). PIL ANDINA: Memoria Anual 2011. Cochabamba: PIL Andina.
- PIL Andina S.A. (2013). PIL ANDINA: Memoria Anual 2012. Cochabamba: PIL Andina.
- PIL Andina S.A. (2014). PIL ANDINA: Memoria Anual 2013. Cochabamba: PIL Andina.

- Lafuente Urquieta, Vania y otros (2014). Programa de mejoramiento continuo por la empresa PIL S.A. (Trabajo Académico presentado en el curso «Calidad Total y Reingeniería» - Carrera Ingeniería Financiera). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Forsyth, Ángela (2014). *PIL Andina SA*. En: Industria Moderna - Revista Electrónica. Disponible en:
<http://industriamoderna.com/index.php/sections/food-and-drink/221-pil-andina-sa> [Consulta: 12 de junio de 2015].
- Gloria S.A. (2011). Memoria anual 2010. Lima: Autor.
- PIL Andina S.A. (2015). [Página web de la empresa]. Disponible en:
<http://www.pilandina.com.bo/> [Consulta: 10 de agosto].
- Google Map Data (2015). [Termino de búsqueda: PIL Andina de Cochabamba]. Disponible en: <https://www.google.com.pe/maps/@-17.3895465,-66.2541955,15z> [Consulta: 10 de agosto].
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA). Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. México: SAGARPA, 2011.
- Jeffries, Barney (Editor). El Crecimiento de la Soja: Impactos y soluciones. Traducción al español: Sam Kernohan. Gland, Suiza: Organización Mundial de Conservación – WWF International, 2014.
- Pastor y Aldeguer, Vicente y Perote Alejandro, Alfonso (Coordinadores). La salud y la soja. Madrid: Editores Médicos S.A. - EDIMSA, 2007.

- Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo. *Perspectivas de la Soya: Hacia la ampliación de la frontera agrícola*. Santa Cruz, Bolivia: IBCE, 2014. Recuperado el 2 de agosto de 2015 desde <http://ibce.org.bo/userfiles/file/notas-archivos/Foro-SOYA-2014-Presentacion-ANAPO.pdf>
- Chumacero Siles, Jesús y Rojas Saire, Sergio Ramiro. Atlas de potencialidades productivas en Bolivia. La Paz: Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. 2014.
- INSTITUTO BOLIVIANO DE COMERCIO EXTERIOR – IBCE. *Soya: Su importancia como cadena de valor agro productiva en Bolivia*. En: Comercio Exterior, Año 23, Número 227. Santa Cruz: IBCE, 2014.
- Quispe, Aline. *En Bolivia hay más cultivos de soya, caña de azúcar, papa y maíz*. En: Diario La Razón. La Paz, Edición del 31 de mayo de 2015.
- Pérez, Mamerto. *La soya en Bolivia, ¿el "grano de oro" que no brilla?* En: Pérez, Mamerto; Schlesinger, Sergio y Wise, Timothy A. (Editores). Promesas y Peligros de la Liberalización del Comercio Agrícola: Lecciones desde América Latina; pp. 91-110. La Paz: Asociación de Instituciones de Promoción y Educación (AIPE) e Instituto del Desarrollo Global y Medioambiente (GDAE), 2009.
- BRAVO, Ana Lucía y otros. Los Señores de la Soja: La agricultura transgénica en América Latina. Buenos Aires: Fundación Centro de Integración, Comunicación, Cultura y Sociedad – CICCUS; Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - CLACSO, 2010.
- CONSEJO INTERNACIONAL DE CEREALES. Informe: Mercado de cereales. Grain Market Report – GMR, 459; 24 de septiembre de 2015.

Recuperado el 2 de octubre desde

<http://www.igc.int/es/downloads/gmrsummary/gmrsumms.pdf>

- U.S. Soybean Export Council. Concentrado de proteína de soya para alimentos acuícolas (Boletín técnico). Chesterfield, Missouri: USSEC, 2014.
- U.S. Soybean Export Council. La soya sus productos y aplicaciones. Chesterfield, Missouri: USSEC, 2009.
- Pamplona Roger, Jorge D. (2013). El poder medicinal de los alimentos (9na impresión). Madrid: Editorial Safeliz, S. L.
- Bravo, Elizabeth. Soya: Instrumento de control de la agricultura y la alimentación. Quito: Acción Ecológica - Red por una América Latina Libre de Transgénicos, 2005.
- Ridner, Edgardo [et. al.]. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Nutrición, 2006.
- Diseño original: Pablo Criscaut (para Grupo Q)
- Aguilera Chuchuca, Martha Lizbeth (2009). Implantación de Planta Comunitaria para la Producción de leche de soya en el sector de Las Malvinas de la ciudad de Guayaquil (Tesis de Grado). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 15 de mayo de 2015 desde <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13491>
- Crespo Chica, Carolina Elizabeth y Landines Vera, Edgar Fernando (2011). Diseño de una planta de procesamiento de leche de soya para la Fundación Hogar de Cristo (Tesis De Grado). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 15 de mayo de 2015 desde <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19463>

- Guañuna Nieto, Jenny Mariela (2008). Creación de una empresa para la producción y comercialización de leche y granola de soya en el Valle de Los Chillos (Tesis de Grado). Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado el 20 de abril de 2015 desde <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/1496>
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. (2003). Metodología de la Investigación (3ra Edición). México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Macías Achacollo, Elizabet. (2003). Diseño de Estrategias de Introducción para la Línea Leche de Soya de la Empresa de Alimentos Alfa Productos Nordland Ltda en la Ciudad de Oruro (Tesis de Grado Inédita). Oruro: Universidad Técnica de Oruro.
- Torres Bardales, Colonibol (2002). Orientaciones básicas de Metodología de la Investigación científica (8va edición). Lima: Libros y Publicaciones.
- Vinza Ortiz, Andrés Sebastian y Vire Daqui, César Alfonso. (2011). Estudio de factibilidad para el diseño de una planta procesadora de lácteos en la ciudad de Chambo, provincia de Chimborazo (Tesis de Grado). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 15 de mayo de 2015 desde:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/999/1/85T00189.pdf>
- Rodríguez Aguilar, Laura Teresa (2006). Evaluación de la factibilidad de incorporación de leche de soya en la dieta de la población de San Juan Chamelco, Alta Verapaz (Tesis de Grado). Guatemala: Universidad de San Carlos. Extraído el 15 de mayo de 2015 desde:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2476.pdf

- Lehr Méndez, Andrea del Rosario (2009). Desarrollo de una formulación tipo yogurt elaborado con leche de soya con edulcorante artificial y diseño del proceso de fabricación (Tesis de Grado). Guatemala: Universidad de San Carlos. Extraído el 15 de mayo de 2015 desde:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1120_Q.pdf
- Paredes León, Rensso Reynaldo (2005). Producción de vapor, ahorro térmico con energía solar en los servicios generales del hospital Goyeneche (Tesis de Grado). Arequipa: Universidad Católica de Santa María
- M.J. Moran y H.N. Shapiro (1995). Fundamentos de Termodinámica Técnica. 2ª edición. Editorial Reverté S.A.
- Carlos Gordillo Andía (2006). Apuntes de Plantas Industriales.
- Spirax Sarco (2003), Distribución del Vapor y Curso de Vapor.
- Junta de Castilla y León (2010). Manual Técnico de diseño y cálculo de redes de vapor. I. Sorles. León

ANEXOS



Anexo 4.1: Factor de Evaporación

Temperatura del Agua de Alimentación		Presión Kg/cm ² Lb/pulg ²														
		0.35	0.70	1.41	3.52	4.92	6.33	7.03	7.73	9.14	10.50	12.00	13.40	14.10	15.80	17.60
°C	°F	5	10	20	50	70	90	100	110	130	150	170	190	200	225	250
0.0	32	1.19	1.19	1.26	1.214	1.219	1.223	1.225	1.226	1.229	1.231	1.233	1.235	1.236	1.237	1.239
4.4	40	1.18	1.18	1.19	1.206	1.211	1.215	1.217	1.218	1.221	1.223	1.225	1.227	1.227	1.229	1.231
10.0	50	1.17	1.17	1.17	1.196	1.201	1.205	1.206	1.208	1.211	1.213	1.215	1.216	1.217	1.219	1.220
15.6	60	1.16	1.16	1.17	1.185	1.190	1.194	1.196	1.198	1.200	1.202	1.204	1.206	1.207	1.209	1.210
21.1	70	1.15	1.15	1.16	1.175	1.180	1.184	1.186	1.187	1.190	1.192	1.194	1.196	1.196	1.198	1.200
26.7	80	1.14	1.14	1.15	1.162	1.170	1.174	1.176	1.177	1.180	1.182	1.184	1.185	1.186	1.188	1.189
32.2	90	1.13	1.13	1.14	1.154	1.160	1.164	1.165	1.167	1.170	1.172	1.173	1.175	1.176	1.178	1.179
37.8	100	1.12	1.12	1.13	1.144	1.149	1.153	1.155	1.156	1.159	1.161	1.163	1.165	1.166	1.167	1.169
43	110	1.11	1.11	1.12	1.134	1.139	1.143	1.145	1.146	1.149	1.151	1.153	1.155	1.155	1.157	1.159
49	120	1.10	1.10	1.11	1.124	1.129	1.133	1.134	1.136	1.139	1.141	1.143	1.144	1.145	1.147	1.148
54	130	1.09	1.09	1.10	1.113	1.118	1.123	1.124	1.126	1.128	1.130	1.132	1.134	1.135	1.137	1.138
60	140	1.08	1.08	1.09	1.103	1.108	1.112	1.114	1.115	1.118	1.120	1.122	1.124	1.125	1.126	1.128
66	150	1.07	1.07	1.08	1.093	1.098	1.102	1.104	1.105	1.108	1.110	1.112	1.114	1.114	1.116	1.118
71	160	1.06	1.06	1.07	1.082	1.088	1.092	1.093	1.095	1.097	1.100	1.102	1.103	1.104	1.106	1.107
77	170	1.05	1.05	1.06	1.072	1.077	1.081	1.083	1.084	1.087	1.089	1.091	1.093	1.094	1.095	1.097
82	180	1.04	1.04	1.05	1.062	1.067	1.071	1.073	1.074	1.077	1.079	1.081	1.083	1.083	1.085	1.087
88	190	1.03	1.03	1.04	1.052	1.057	1.061	1.062	1.064	1.066	1.069	1.071	1.072	1.073	1.075	1.076
93	200	1.02	1.02	1.03	1.041	1.047	1.050	1.052	1.053	1.056	1.058	1.060	1.062	1.062	1.064	1.066
99	210	1.01	1.01	1.02	1.031	1.036	1.040	1.042	1.043	1.046	1.048	1.050	1.052	1.052	1.054	1.056

Anexo 4.2: Propiedades del agua saturada (líquido – vapor) Tabla de Temperaturas

Tabla A-2^a Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de temperaturas.

Temp. °C	Presión bar	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg · K		Temp. °C
		Líquido sat. $v_f \times 10^3$	Vapor sat. v_g	Líquido sat. u_f	Vapor sat. u_g	Líquido sat. h_f	Vapori- zación h_{fg}	Vapor sat. h_g	Líquido sat. s_f	Vapor sat. s_g	
.01	0.00611	1.0002	206.136	0.00	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.0000	9.1562	.01
4	0.00813	1.0001	157.232	16.77	2380.9	16.78	2491.9	2508.7	0.0610	9.0514	4
5	0.00872	1.0001	147.120	20.97	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	9.0257	5
6	0.00935	1.0001	137.734	25.19	2383.6	25.20	2487.2	2512.4	0.0912	9.0003	6
8	0.01072	1.0002	120.917	33.59	2386.4	33.60	2482.5	2516.1	0.1212	8.9501	8
10	0.01228	1.0004	106.379	42.00	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.9008	10
11	0.01312	1.0004	99.857	46.20	2390.5	46.20	2475.4	2521.6	0.1658	8.8765	11
12	0.01402	1.0005	93.784	50.41	2391.9	50.41	2473.0	2523.4	0.1806	8.8524	12
13	0.01497	1.0007	88.124	54.60	2393.3	54.60	2470.7	2525.3	0.1953	8.8285	13
14	0.01598	1.0008	82.848	58.79	2394.7	58.80	2468.3	2527.1	0.2099	8.8048	14
15	0.01705	1.0009	77.926	62.99	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.7814	15
16	0.01818	1.0011	73.333	67.18	2397.4	67.19	2463.6	2530.8	0.2390	8.7582	16
17	0.01938	1.0012	69.044	71.38	2398.8	71.38	2461.2	2532.6	0.2535	8.7351	17
18	0.02064	1.0014	65.038	75.57	2400.2	75.58	2458.8	2534.4	0.2679	8.7123	18
19	0.02198	1.0016	61.293	79.76	2401.6	79.77	2456.5	2536.2	0.2823	8.6897	19
20	0.02339	1.0018	57.791	83.95	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.6672	20
21	0.02487	1.0020	54.514	88.14	2404.3	88.14	2451.8	2539.9	0.3109	8.6450	21
22	0.02645	1.0022	51.447	92.32	2405.7	92.33	2449.4	2541.7	0.3251	8.6229	22
23	0.02810	1.0024	48.574	96.51	2407.0	96.52	2447.0	2543.5	0.3393	8.6011	23
24	0.02985	1.0027	45.883	100.70	2408.4	100.70	2444.7	2545.4	0.3534	8.5794	24
25	0.03169	1.0029	43.360	104.88	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.5580	25
26	0.03363	1.0032	40.994	109.06	2411.1	109.07	2439.9	2549.0	0.3814	8.5367	26
27	0.03567	1.0035	38.774	113.25	2412.5	113.25	2437.6	2550.8	0.3954	8.5156	27
28	0.03782	1.0037	36.690	117.42	2413.9	117.43	2435.2	2552.6	0.4093	8.4946	28
29	0.04008	1.0040	34.733	121.60	2415.2	121.61	2432.8	2554.5	0.4231	8.4739	29
30	0.04246	1.0043	32.894	125.78	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.4533	30
31	0.04496	1.0046	31.165	129.96	2418.0	129.97	2428.1	2558.1	0.4507	8.4329	31
32	0.04759	1.0050	29.540	134.14	2419.3	134.15	2425.7	2559.9	0.4644	8.4127	32
33	0.05034	1.0053	28.011	138.32	2420.7	138.33	2423.4	2561.7	0.4781	8.3927	33
34	0.05324	1.0056	26.571	142.50	2422.0	142.50	2421.0	2563.5	0.4917	8.3728	34
35	0.05628	1.0060	25.216	146.67	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	0.5053	8.3531	35
36	0.05947	1.0063	23.940	150.85	2424.7	150.86	2416.2	2567.1	0.5188	8.3336	36
38	0.06632	1.0071	21.602	159.20	2427.4	159.21	2411.5	2570.7	0.5458	8.2950	38
40	0.07384	1.0078	19.523	167.56	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	8.2570	40
45	0.09593	1.0099	15.258	188.44	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	8.1648	45

* Nota: Adviértase que el punto (.) separa la parte entera de la decimal.

Continuación...

Tabla A-2 (Continuación)

Temp. °C	Presión bar	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg · K		Temp. °C
		Líquido sat. $v_f \times 10^3$	Vapor sat. v_g	Líquido sat. u_f	Vapor sat. u_g	Líquido sat. h_f	Vapori- zación h_{fg}	Vapor sat. h_g	Líquido sat. s_f	Vapor sat. s_g	
50	1.235	1.0121	12.032	209.32	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	.7038	8.0763	50
55	1.576	1.0146	9.568	230.21	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	.7679	7.9913	55
60	1.994	1.0172	7.671	251.11	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	.8312	7.9096	60
65	2.503	1.0199	6.197	272.02	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	.8935	7.8310	65
70	3.119	1.0228	5.042	292.95	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	.9549	7.7553	70
75	3.858	1.0259	4.131	313.90	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	7.6824	75
80	4.739	1.0291	3.407	334.86	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	7.6122	80
85	5.783	1.0325	2.828	355.84	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	7.5445	85
90	7.014	1.0360	2.361	376.85	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	7.4791	90
95	8.455	1.0397	1.982	397.88	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	7.4159	95
100	1.014	1.0435	1.673	418.94	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	7.3549	100
110	1.433	1.0516	1.210	461.14	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	7.2387	110
120	1.985	1.0603	0.8919	503.50	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	7.1296	120
130	2.701	1.0697	0.6685	546.02	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	7.0269	130
140	3.613	1.0797	0.5089	588.74	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	6.9299	140
150	4.758	1.0905	0.3928	631.68	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	6.8379	150
160	6.178	1.1020	0.3071	674.86	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	6.7502	160
170	7.917	1.1143	0.2428	718.33	2576.5	719.21	2049.5	2768.7	2.0419	6.6663	170
180	10.02	1.1274	0.1941	762.09	2583.7	763.22	2015.0	2778.2	2.1396	6.5857	180
190	12.54	1.1414	0.1565	806.19	2590.0	807.62	1978.8	2786.4	2.2359	6.5079	190
200	15.54	1.1565	0.1274	850.65	2595.3	852.45	1940.7	2793.2	2.3309	6.4323	200
210	19.06	1.1726	0.1044	895.53	2599.5	897.76	1900.7	2798.5	2.4248	6.3585	210
220	23.18	1.1900	0.08619	940.87	2602.4	943.62	1858.5	2802.1	2.5178	6.2861	220
230	27.95	1.2088	0.07158	986.74	2603.9	990.12	1813.8	2804.0	2.6099	6.2146	230
240	33.44	1.2291	0.05976	1033.2	2604.0	1037.3	1766.5	2803.8	2.7015	6.1437	240
250	39.73	1.2512	0.05013	1080.4	2602.4	1085.4	1716.2	2801.5	2.7927	6.0730	250
260	46.88	1.2755	0.04221	1128.4	2599.0	1134.4	1662.5	2796.6	2.8838	6.0019	260
270	54.99	1.3023	0.03564	1177.4	2593.7	1184.5	1605.2	2789.7	2.9751	5.9301	270
280	64.12	1.3321	0.03017	1227.5	2586.1	1236.0	1543.6	2779.6	3.0668	5.8571	280
290	74.36	1.3656	0.02557	1278.9	2576.0	1289.1	1477.1	2766.2	3.1594	5.7821	290
300	85.81	1.4036	0.02167	1332.0	2563.0	1344.0	1404.9	2749.0	3.2534	5.7045	300
320	112.7	1.4988	0.01549	1444.6	2525.5	1461.5	1238.6	2700.1	3.4480	5.5362	320
340	145.9	1.6379	0.01080	1570.3	2464.6	1594.2	1027.9	2622.0	3.6594	5.3357	340
360	186.5	1.8925	0.006945	1725.2	2351.5	1760.5	720.5	2481.0	3.9147	5.0526	360
374.14	220.9	3.155	0.003155	2029.6	2029.6	2099.3	0	2099.3	4.4298	4.4298	374.14

Nota: Las tablas A-2 a A-5 se han adaptado de K. Wark, *Thermodynamics*, 4th ed., McGraw-Hill, New York, 1983, extraído de J.H. Keenan, F.G. Keyes, P.G. Hill y J.G. Moore, *Steam Tables*, Wiley, New York, 1969.

Continuación...

TABLA A-3* Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de presiones.

Presión bar	Temp. °C	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg · K		Presión bar
		Líquido sat. $v_f \times 10^{-3}$	Vapor sat. v_g	Líquido sat. u_f	Vapor sat. u_g	Líquido sat. h_f	Vaporización h_{fg}	Vapor sat. h_g	Líquido sat. s_f	Vapor sat. s_g	
H ₂ O											
0.04	28.96	1.0040	34.800	121.45	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.4746	0.04
0.06	36.16	1.0064	23.739	151.53	2425.0	151.53	2415.9	2567.4	0.5210	8.3304	0.06
0.08	41.51	1.0084	18.103	173.87	2432.2	173.88	2403.1	2577.0	0.5926	8.2287	0.08
0.10	45.81	1.0102	14.674	191.82	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	8.1502	0.10
0.20	60.06	1.0172	7.649	251.38	2456.7	251.40	2358.3	2609.7	0.8320	7.9085	0.20
0.30	69.10	1.0223	5.229	289.20	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	7.7686	0.30
0.40	75.87	1.0265	3.993	317.53	2477.0	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	7.6700	0.40
0.50	81.33	1.0300	3.240	340.44	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	7.5939	0.50
0.60	85.94	1.0331	2.732	359.79	2489.6	359.86	2293.6	2653.5	1.1453	7.5320	0.60
0.70	89.95	1.0360	2.365	376.63	2494.5	376.70	2283.3	2660.0	1.1919	7.4797	0.70
0.80	93.50	1.0380	2.087	391.58	2498.8	391.66	2274.1	2665.8	1.2329	7.4346	0.80
0.90	96.71	1.0410	1.869	405.06	2502.6	405.15	2265.7	2670.9	1.2695	7.3949	0.90
1.00	99.63	1.0432	1.694	417.36	2506.1	417.46	2258.0	2675.5	1.3026	7.3594	1.00
1.50	111.4	1.0528	1.159	466.94	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	7.2233	1.50
2.00	120.2	1.0605	0.8857	504.49	2529.5	504.70	2201.9	2706.7	1.5301	7.1271	2.00
2.50	127.4	1.0672	0.7187	535.10	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	7.0527	2.50
3.00	133.6	1.0732	0.6058	561.15	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	6.9919	3.00
3.50	138.9	1.0786	0.5243	583.95	2546.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	6.9405	3.50
4.00	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959	4.00
4.50	147.9	1.0882	0.4140	622.25	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	6.8565	4.50
5.00	151.9	1.0926	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	6.8212	5.00
6.00	158.9	1.1006	0.3157	669.90	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.9312	6.7600	6.00
7.00	165.0	1.1080	0.2729	696.44	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.9922	6.7080	7.00
8.00	170.4	1.1148	0.2404	720.22	2576.8	721.11	2048.0	2769.1	2.0462	6.6628	8.00
9.00	175.4	1.1212	0.2150	741.83	2580.5	742.83	2031.1	2773.9	2.0946	6.6226	9.00
10.0	179.9	1.1273	0.1944	761.68	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.1387	6.5863	10.0
15.0	198.3	1.1539	0.1318	843.16	2594.5	844.84	1947.3	2792.2	2.3150	6.4448	15.0
20.0	212.4	1.1767	0.09963	906.44	2600.3	908.79	1890.7	2799.5	2.4474	6.3409	20.0
25.0	224.0	1.1973	0.07998	959.11	2603.1	962.11	1841.0	2803.1	2.5547	6.2575	25.0
30.0	233.9	1.2165	0.06668	1004.8	2604.1	1008.4	1795.7	2804.2	2.6457	6.1869	30.0
35.0	242.6	1.2347	0.05707	1045.4	2603.7	1049.8	1753.7	2803.4	2.7253	6.1253	35.0
40.0	250.4	1.2522	0.04978	1082.3	2602.3	1087.3	1714.1	2801.4	2.7964	6.0701	40.0
45.0	257.5	1.2692	0.04406	1116.2	2600.1	1121.9	1676.4	2798.3	2.8610	6.0199	45.0
50.0	264.0	1.2859	0.03944	1147.8	2597.1	1154.2	1640.1	2794.3	2.9202	5.9734	50.0
60.0	275.6	1.3187	0.03244	1205.4	2589.7	1213.4	1571.0	2784.3	3.0267	5.8892	60.0
70.0	285.9	1.3513	0.02737	1257.6	2580.5	1267.0	1505.1	2772.1	3.1211	5.8133	70.0
80.0	295.1	1.3842	0.02352	1305.6	2569.8	1316.6	1441.3	2758.0	3.2068	5.7432	80.0
90.0	303.4	1.4178	0.02048	1350.5	2557.8	1363.3	1378.9	2742.1	3.2858	5.6772	90.0
100.	311.1	1.4524	0.01803	1393.0	2544.4	1407.6	1317.1	2724.7	3.3596	5.6141	100.
110.	318.2	1.4886	0.01599	1433.7	2529.8	1450.1	1255.5	2705.6	3.4295	5.5527	110.

* Nota: Adviértase que el punto (.) separa la parte entera de la decimal.

Continuación...

TABLA A-3 (Continuación)

Presión bar	Temp. °C	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg · K		Presión bar
		Líquido sat. $v_f \times 10^3$	Vapor sat. v_g	Líquido sat. u_f	Vapor sat. u_g	Líquido sat. h_f	Vapori- zación h_{fg}	Vapor sat. h_g	Líquido sat. s_f	Vapor sat. s_g	
120.	324.8	1.5267	0.01426	1473.0	2513.7	1491.3	1193.6	2684.9	3.4962	5.4924	120.
130.	330.9	1.5671	0.01278	1511.1	2496.1	1531.5	1130.7	2662.2	3.5606	5.4323	130.
140.	336.8	1.6107	0.01149	1548.6	2476.8	1571.1	1066.5	2637.6	3.6232	5.3717	140.
150.	342.2	1.6581	0.01034	1585.6	2455.5	1610.5	1000.0	2610.5	3.6848	5.3098	150.
160.	347.4	1.7107	0.009306	1622.7	2431.7	1650.1	930.6	2580.6	3.7461	5.2455	160.
170.	352.4	1.7702	0.008364	1660.2	2405.0	1690.3	856.9	2547.2	3.8079	5.1777	170.
180.	357.1	1.8397	0.007489	1698.9	2374.3	1732.0	777.1	2509.1	3.8715	5.1044	180.
190.	361.5	1.9243	0.006657	1739.9	2338.1	1776.5	688.0	2464.5	3.9388	5.0228	190.
200.	365.8	2.036	0.005834	1785.6	2293.0	1826.3	583.4	2409.7	4.0139	4.9269	200.
220.9	374.1	3.155	0.003155	2029.6	2029.6	2099.3	0	2099.3	4.4298	4.4298	220.9

H₂O



Anexo 4.3: Propiedades del agua saturada (líquido – vapor) Tabla de Presiones

TABLA A-4^o Propiedades del agua, vapor sobrecalentado.

<i>T</i> °C	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K
<i>p</i> = 0.06 bar = 0.006 MPa (<i>T</i>_{sat} = 36.16°C)					<i>p</i> = 0.35 bar = 0.035 MPa (<i>T</i>_{sat} = 72.69°C)			
Sat.	23.739	2425.0	2567.4	8.3304	4.526	2473.0	2631.4	7.7158
80	27.132	2487.3	2650.1	8.5804	4.625	2483.7	2645.6	7.7564
120	30.219	2544.7	2726.0	8.7840	5.163	2542.4	2723.1	7.9644
160	33.302	2602.7	2802.5	8.9693	5.696	2601.2	2800.6	8.1519
200	36.383	2661.4	2879.7	9.1398	6.228	2660.4	2878.4	8.3237
240	39.462	2721.0	2957.8	9.2982	6.758	2720.3	2956.8	8.4828
280	42.540	2781.5	3036.8	9.4464	7.287	2780.9	3036.0	8.6314
320	45.618	2843.0	3116.7	9.5859	7.815	2842.5	3116.1	8.7712
360	48.696	2905.5	3197.7	9.7180	8.344	2905.1	3197.1	8.9034
400	51.774	2969.0	3279.6	9.8435	8.872	2968.6	3279.2	9.0291
440	54.851	3033.5	3362.6	9.9633	9.400	3033.2	3362.2	9.1490
500	59.467	3132.3	3489.1	10.1336	10.192	3132.1	3488.8	9.3194
<i>p</i> = 0.70 bar = 0.07 MPa (<i>T</i>_{sat} = 89.95°C)					<i>p</i> = 1.0 bar = 0.10 MPa (<i>T</i>_{sat} = 99.63°C)			
Sat.	2.365	2494.5	2660.0	7.4797	1.694	2506.1	2675.5	7.3594
100	2.434	2509.7	2680.0	7.5341	1.696	2506.7	2676.2	7.3614
120	2.571	2539.7	2719.6	7.6375	1.793	2537.3	2716.6	7.4668
160	2.841	2599.4	2798.2	7.8279	1.984	2597.8	2796.2	7.6597
200	3.108	2659.1	2876.7	8.0012	2.172	2658.1	2875.3	7.8343
240	3.374	2719.3	2955.5	8.1611	2.359	2718.5	2954.5	7.9949
280	3.640	2780.2	3035.0	8.3162	2.546	2779.6	3034.2	8.1445
320	3.905	2842.0	3115.3	8.4504	2.732	2841.5	3114.6	8.2849
360	4.170	2904.6	3196.5	8.5828	2.917	2904.2	3195.9	8.4175
400	4.434	2968.2	3278.6	8.7086	3.103	2967.9	3278.2	8.5435
440	4.698	3032.9	3361.8	8.8286	3.288	3032.6	3361.4	8.6636
500	5.095	3131.8	3488.5	8.9991	3.565	3131.6	3488.1	8.8342
<i>p</i> = 1.5 bar = 0.15 MPa (<i>T</i>_{sat} = 111.37°C)					<i>p</i> = 3.0 bar = 0.30 MPa (<i>T</i>_{sat} = 133.55°C)			
Sat.	1.159	2519.7	2693.6	7.2233	0.606	2543.6	2725.3	6.9919
120	1.188	2533.3	2711.4	7.2693				
160	1.317	2595.2	2792.8	7.4665	0.651	2587.1	2782.3	7.1276
200	1.444	2656.2	2872.9	7.6433	0.716	2650.7	2865.5	7.3115
240	1.570	2717.2	2952.7	7.8052	0.781	2713.1	2947.3	7.4774
280	1.695	2778.6	3032.8	7.9555	0.844	2775.4	3028.6	7.6299
320	1.819	2840.6	3113.5	8.0964	0.907	2838.1	3110.1	7.7722
360	1.943	2903.5	3195.0	8.2293	0.969	2901.4	3192.2	7.9061
400	2.067	2967.3	3277.4	8.3555	1.032	2965.6	3275.0	8.0330
440	2.191	3032.1	3360.7	8.4757	1.094	3030.6	3358.7	8.1538
500	2.376	3131.2	3487.6	8.6466	1.187	3130.0	3486.0	8.3251
600	2.685	3301.7	3704.3	8.9101	1.341	3300.8	3703.2	8.5892

* Nota: Adviértase que el punto (.) separa la parte entera de la decimal.

Continuación...

T °C	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 5.0 \text{ bar} = 0.50 \text{ MPa}$								
$(T_{\text{sat}} = 151.86^\circ\text{C})$								
Sat.	0.3749	2561.2	2748.7	6.8213	0.2729	2572.5	2763.5	6.7080
180	0.4045	2609.7	2812.0	6.9656	0.2847	2599.8	2799.1	6.7880
200	0.4249	2642.9	2855.4	7.0592	0.2999	2634.8	2844.8	6.8865
240	0.4646	2707.6	2939.9	7.2307	0.3292	2701.8	2932.2	7.0641
280	0.5034	2771.2	3022.9	7.3865	0.3574	2766.9	3017.1	7.2233
320	0.5416	2834.7	3105.6	7.5308	0.3852	2831.3	3100.9	7.3697
360	0.5796	2898.7	3188.4	7.6660	0.4126	2895.8	3184.7	7.5063
400	0.6173	2963.2	3271.9	7.7938	0.4397	2960.9	3268.7	7.6350
440	0.6548	3028.6	3356.0	7.9152	0.4667	3026.6	3353.3	7.7571
500	0.7109	3128.4	3483.9	8.0873	0.5070	3126.8	3481.7	7.9299
600	0.8041	3299.6	3701.7	8.3522	0.5738	3298.5	3700.2	8.1956
700	0.8969	3477.5	3925.9	8.5952	0.6403	3476.6	3924.8	8.4391
$p = 7.0 \text{ bar} = 0.70 \text{ MPa}$								
$(T_{\text{sat}} = 164.97^\circ\text{C})$								
Sat.	0.1944	2583.6	2778.1	6.5865	0.1318	2594.5	2792.2	6.4448
200	0.2060	2621.9	2827.9	6.6940	0.1325	2598.1	2796.8	6.4546
240	0.2275	2692.9	2920.4	6.8817	0.1483	2676.9	2899.3	6.6628
280	0.2480	2760.2	3008.2	7.0465	0.1627	2748.6	2992.7	6.8381
320	0.2678	2826.1	3093.9	7.1962	0.1765	2817.1	3081.9	6.9938
360	0.2873	2891.6	3178.9	7.3349	0.1899	2884.4	3169.2	7.1363
400	0.3066	2957.3	3263.9	7.4651	0.2030	2951.3	3255.8	7.2690
440	0.3257	3023.6	3349.3	7.5883	0.2160	3018.5	3342.5	7.3940
500	0.3541	3124.4	3478.5	7.7622	0.2352	3120.3	3473.1	7.5698
540	0.3729	3192.6	3565.6	7.8720	0.2478	3189.1	3560.9	7.6805
600	0.4011	3296.8	3697.9	8.0290	0.2668	3293.9	3694.0	7.8385
640	0.4198	3367.4	3787.2	8.1290	0.2793	3364.8	3783.8	7.9391
$p = 10.0 \text{ bar} = 1.0 \text{ MPa}$								
$(T_{\text{sat}} = 179.91^\circ\text{C})$								
Sat.	0.0996	2600.3	2799.5	6.3409	0.0667	2604.1	2804.2	6.1869
240	0.1085	2659.6	2876.5	6.4952	0.0682	2619.7	2824.3	6.2265
280	0.1200	2736.4	2976.4	6.6828	0.0771	2709.9	2941.3	6.4462
320	0.1308	2807.9	3069.5	6.8452	0.0850	2788.4	3043.4	6.6245
360	0.1411	2877.0	3159.3	6.9917	0.0923	2861.7	3138.7	6.7801
400	0.1512	2945.2	3247.6	7.1271	0.0994	2932.8	3230.9	6.9212
440	0.1611	3013.4	3335.5	7.2540	0.1062	3002.9	3321.5	7.0520
500	0.1757	3116.2	3467.6	7.4317	0.1162	3108.0	3456.5	7.2338
540	0.1853	3185.6	3556.1	7.5434	0.1227	3178.4	3546.6	7.3474
600	0.1996	3290.9	3690.1	7.7024	0.1324	3285.0	3682.3	7.5085
640	0.2091	3362.2	3780.4	7.8035	0.1388	3357.0	3773.5	7.6106
700	0.2232	3470.9	3917.4	7.9487	0.1484	3466.5	3911.7	7.7571
$p = 15.0 \text{ bar} = 1.5 \text{ MPa}$								
$(T_{\text{sat}} = 198.32^\circ\text{C})$								
Sat.	0.0667	2600.3	2799.5	6.3409	0.0667	2604.1	2804.2	6.1869
240	0.1085	2659.6	2876.5	6.4952	0.0682	2619.7	2824.3	6.2265
280	0.1200	2736.4	2976.4	6.6828	0.0771	2709.9	2941.3	6.4462
320	0.1308	2807.9	3069.5	6.8452	0.0850	2788.4	3043.4	6.6245
360	0.1411	2877.0	3159.3	6.9917	0.0923	2861.7	3138.7	6.7801
400	0.1512	2945.2	3247.6	7.1271	0.0994	2932.8	3230.9	6.9212
440	0.1611	3013.4	3335.5	7.2540	0.1062	3002.9	3321.5	7.0520
500	0.1757	3116.2	3467.6	7.4317	0.1162	3108.0	3456.5	7.2338
540	0.1853	3185.6	3556.1	7.5434	0.1227	3178.4	3546.6	7.3474
600	0.1996	3290.9	3690.1	7.7024	0.1324	3285.0	3682.3	7.5085
640	0.2091	3362.2	3780.4	7.8035	0.1388	3357.0	3773.5	7.6106
700	0.2232	3470.9	3917.4	7.9487	0.1484	3466.5	3911.7	7.7571
$p = 20.0 \text{ bar} = 2.0 \text{ MPa}$								
$(T_{\text{sat}} = 212.42^\circ\text{C})$								
Sat.	0.0667	2600.3	2799.5	6.3409	0.0667	2604.1	2804.2	6.1869
240	0.1085	2659.6	2876.5	6.4952	0.0682	2619.7	2824.3	6.2265
280	0.1200	2736.4	2976.4	6.6828	0.0771	2709.9	2941.3	6.4462
320	0.1308	2807.9	3069.5	6.8452	0.0850	2788.4	3043.4	6.6245
360	0.1411	2877.0	3159.3	6.9917	0.0923	2861.7	3138.7	6.7801
400	0.1512	2945.2	3247.6	7.1271	0.0994	2932.8	3230.9	6.9212
440	0.1611	3013.4	3335.5	7.2540	0.1062	3002.9	3321.5	7.0520
500	0.1757	3116.2	3467.6	7.4317	0.1162	3108.0	3456.5	7.2338
540	0.1853	3185.6	3556.1	7.5434	0.1227	3178.4	3546.6	7.3474
600	0.1996	3290.9	3690.1	7.7024	0.1324	3285.0	3682.3	7.5085
640	0.2091	3362.2	3780.4	7.8035	0.1388	3357.0	3773.5	7.6106
700	0.2232	3470.9	3917.4	7.9487	0.1484	3466.5	3911.7	7.7571
$p = 30.0 \text{ bar} = 3.0 \text{ MPa}$								
$(T_{\text{sat}} = 233.90^\circ\text{C})$								
Sat.	0.0667	2600.3	2799.5	6.3409	0.0667	2604.1	2804.2	6.1869
240	0.1085	2659.6	2876.5	6.4952	0.0682	2619.7	2824.3	6.2265
280	0.1200	2736.4	2976.4	6.6828	0.0771	2709.9	2941.3	6.4462
320	0.1308	2807.9	3069.5	6.8452	0.0850	2788.4	3043.4	6.6245
360	0.1411	2877.0	3159.3	6.9917	0.0923	2861.7	3138.7	6.7801
400	0.1512	2945.2	3247.6	7.1271	0.0994	2932.8	3230.9	6.9212
440	0.1611	3013.4	3335.5	7.2540	0.1062	3002.9	3321.5	7.0520
500	0.1757	3116.2	3467.6	7.4317	0.1162	3108.0	3456.5	7.2338
540	0.1853	3185.6	3556.1	7.5434	0.1227	3178.4	3546.6	7.3474
600	0.1996	3290.9	3690.1	7.7024	0.1324	3285.0	3682.3	7.5085
640	0.2091	3362.2	3780.4	7.8035	0.1388	3357.0	3773.5	7.6106
700	0.2232	3470.9	3917.4	7.9487	0.1484	3466.5	3911.7	7.7571

Continuación...

TABLA A-4 (Continuación)

T °C	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 40 \text{ bar} = 4.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 250.4^\circ\text{C}$)					$p = 60 \text{ bar} = 6.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 275.64^\circ\text{C}$)			
Sat.	0.04978	2602.3	2801.4	6.0701	0.03244	2589.7	2784.3	5.8892
280	0.05546	2680.0	2901.8	6.2568	0.03317	2605.2	2804.2	5.9252
320	0.06199	2767.4	3015.4	6.4553	0.03876	2720.0	2952.6	6.1846
360	0.06788	2845.7	3117.2	6.6215	0.04331	2811.2	3071.1	6.3782
400	0.07341	2919.9	3213.6	6.7690	0.04739	2892.9	3177.2	6.5408
440	0.07872	2992.2	3307.1	6.9041	0.05122	2970.0	3277.3	6.6853
500	0.08643	3099.5	3445.3	7.0901	0.05665	3082.2	3422.2	6.8803
540	0.09145	3171.1	3536.9	7.2056	0.06015	3156.1	3517.0	6.9999
600	0.09885	3279.1	3674.4	7.3688	0.06525	3266.9	3658.4	7.1677
640	0.1037	3351.8	3766.6	7.4720	0.06859	3341.0	3752.6	7.2731
700	0.1110	3462.1	3905.9	7.6198	0.07352	3453.1	3894.1	7.4234
740	0.1157	3536.6	3999.6	7.7141	0.07677	3528.3	3989.2	7.5190
$p = 80 \text{ bar} = 8.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 295.06^\circ\text{C}$)					$p = 100 \text{ bar} = 10.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 311.06^\circ\text{C}$)			
Sat.	0.02352	2569.8	2758.0	5.7432	0.01803	2544.4	2724.7	5.6141
320	0.02682	2662.7	2877.2	5.9489	0.01925	2588.8	2781.3	5.7103
360	0.03089	2772.7	3019.8	6.1819	0.02331	2729.1	2962.1	6.0060
400	0.03432	2863.8	3138.3	6.3634	0.02641	2832.4	3096.5	6.2120
440	0.03742	2946.7	3246.1	6.5190	0.02911	2922.1	3213.2	6.3805
480	0.04034	3025.7	3348.4	6.6586	0.03160	3005.4	3321.4	6.5282
520	0.04313	3102.7	3447.7	6.7871	0.03394	3085.6	3425.1	6.6622
560	0.04582	3178.7	3545.3	6.9072	0.03619	3164.1	3526.0	6.7864
600	0.04845	3254.4	3642.0	7.0206	0.03837	3241.7	3625.3	6.9029
640	0.05102	3330.1	3738.3	7.1283	0.04048	3318.9	3723.7	7.0131
700	0.05481	3443.9	3882.4	7.2812	0.04358	3434.7	3870.5	7.1687
740	0.05729	3520.4	3978.7	7.3782	0.04560	3512.1	3968.1	7.2670
$p = 120 \text{ bar} = 12.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 324.75^\circ\text{C}$)					$p = 140 \text{ bar} = 14.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 336.75^\circ\text{C}$)			
Sat.	0.01426	2513.7	2684.9	5.4924	0.01149	2476.8	2637.6	5.3717
360	0.01811	2678.4	2895.7	5.8361	0.01422	2617.4	2816.5	5.6602
400	0.02108	2798.3	3051.3	6.0747	0.01722	2760.9	3001.9	5.9448
440	0.02355	2896.1	3178.7	6.2586	0.01954	2868.6	3142.2	6.1474
480	0.02576	2984.4	3293.5	6.4154	0.02157	2962.5	3264.5	6.3143
520	0.02781	3068.0	3401.8	6.5555	0.02343	3049.8	3377.8	6.4610
560	0.02977	3149.0	3506.2	6.6840	0.02517	3133.6	3486.0	6.5941
600	0.03164	3228.7	3608.3	6.8037	0.02683	3215.4	3591.1	6.7172
640	0.03345	3307.5	3709.0	6.9164	0.02843	3296.0	3694.1	6.8326
700	0.03610	3425.2	3858.4	7.0749	0.03075	3415.7	3846.2	6.9939
740	0.03781	3503.7	3957.4	7.1746	0.03225	3495.2	3946.7	7.0952

Continuación...

TABLA A-4 (Continuación)

T °C	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m ³ /kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 160 \text{ bar} = 16.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 347.44^\circ\text{C}$)				$p = 180 \text{ bar} = 18.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 357.06^\circ\text{C}$)				
Sat.	0.00931	2431.7	2580.6	5.2455	0.00749	2374.3	2509.1	5.1044
360	0.01105	2539.0	2715.8	5.4614	0.00809	2418.9	2564.5	5.1922
400	0.01426	2719.4	2947.6	5.8175	0.01190	2672.8	2887.0	5.6887
440	0.01652	2839.4	3103.7	6.0429	0.01414	2808.2	3062.8	5.9428
480	0.01842	2939.7	3234.4	6.2215	0.01596	2915.9	3203.2	6.1345
520	0.02013	3031.1	3353.3	6.3752	0.01757	3011.8	3378.0	6.2960
560	0.02172	3117.8	3465.4	6.5132	0.01904	3101.7	3444.4	6.4392
600	0.02323	3201.8	3573.5	6.6399	0.02042	3188.0	3555.6	6.5696
640	0.02467	3284.2	3678.9	6.7580	0.02174	3272.3	3663.6	6.6905
700	0.02674	3406.0	3833.9	6.9224	0.02362	3396.3	3821.5	6.8580
740	0.02808	3486.7	3935.9	7.0251	0.02483	3478.0	3925.0	6.9623
$p = 200 \text{ bar} = 20.0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 365.81^\circ\text{C}$)				$p = 240 \text{ bar} = 24.0 \text{ MPa}$				
Sat.	0.00583	2293.0	2409.7	4.9269	0.00673	2477.8	2639.4	5.2393
400	0.00994	2619.3	2818.1	5.5540	0.00929	2700.6	2923.4	5.6506
440	0.01222	2774.9	3019.4	5.8450	0.01100	2838.3	3102.3	5.8950
480	0.01399	2891.2	3170.8	6.0518	0.01241	2950.5	3248.5	6.0842
520	0.01551	2992.0	3302.2	6.2218	0.01366	3051.1	3379.0	6.2448
560	0.01689	3085.2	3423.0	6.3705	0.01481	3145.2	3500.7	6.3875
600	0.01818	3174.0	3537.6	6.5048	0.01588	3235.5	3616.7	6.5174
640	0.01940	3260.2	3648.1	6.6286	0.01739	3366.4	3783.8	6.6947
700	0.02113	3386.4	3809.0	6.7993	0.01835	3451.7	3892.1	6.8038
740	0.02224	3469.3	3914.1	6.9052	0.01974	3578.0	4051.6	6.9567
800	0.02385	3592.7	4069.7	7.0544				
$p = 280 \text{ bar} = 28.0 \text{ MPa}$				$p = 320 \text{ bar} = 32.0 \text{ MPa}$				
400	0.00383	2223.5	2330.7	4.7494	0.00236	1980.4	2055.9	4.3239
440	0.00712	2613.2	2812.6	5.4494	0.00544	2509.0	2683.0	5.2327
480	0.00885	2780.8	3028.5	5.7446	0.00722	2718.1	2949.2	5.5968
520	0.01020	2906.8	3192.3	5.9566	0.00853	2860.7	3133.7	5.8357
560	0.01136	3015.7	3333.7	6.1307	0.00963	2979.0	3287.2	6.0246
600	0.01241	3115.6	3463.0	6.2823	0.01061	3085.3	3424.6	6.1858
640	0.01338	3210.3	3584.8	6.4187	0.01150	3184.5	3552.5	6.3290
700	0.01473	3346.1	3758.4	6.6029	0.01273	3325.4	3732.8	6.5203
740	0.01558	3433.9	3870.0	6.7153	0.01350	3415.9	3847.8	6.6361
800	0.01680	3563.1	4033.4	6.8720	0.01460	3548.0	4015.1	6.7966
900	0.01873	3774.3	4298.8	7.1084	0.01633	3762.7	4285.1	7.0372

Anexo 4.4: Catálogo de Calderas

CALDERAS[®] INTESA
www.calderasintesa.com

ALTA EFICIENCIA
EN EQUIPOS TERMICOS

3 & 4 PASOS[®] DE FUEGO
ESPALDA HUMEDA
HOGAR CORRUGADO WET BACK
¡Diseño Sobresaliente!

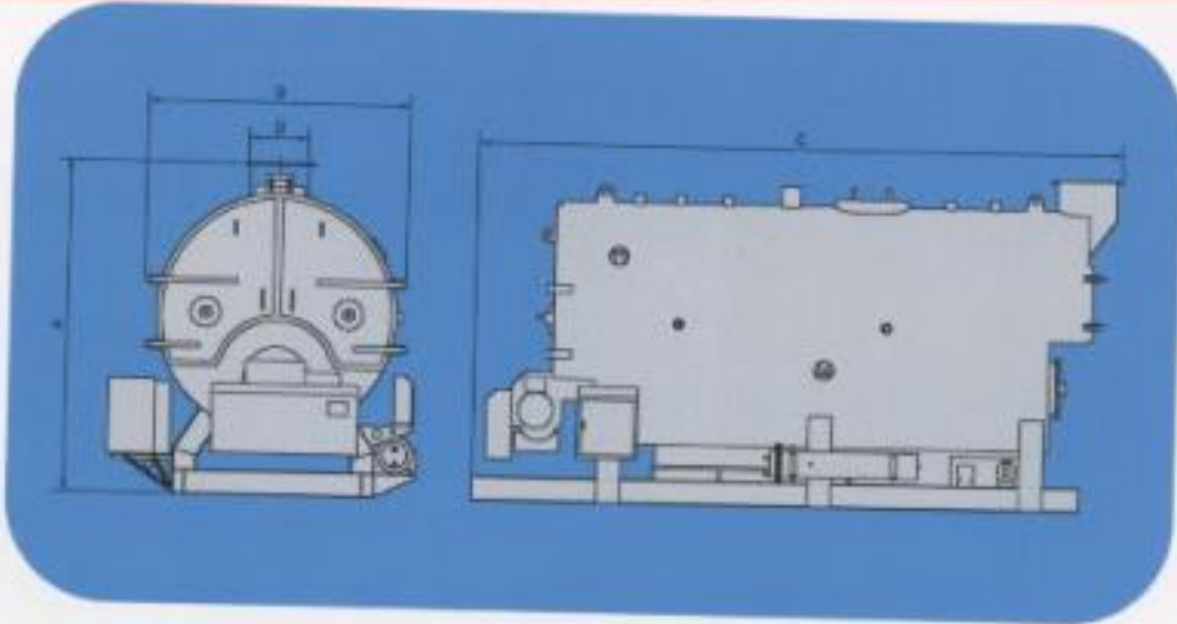
MINING
Textile
Pulp
Paper Industry
Industry

ASME
SGS

Catálogo de Productos

Ingeniería que Proyecta, Fabrica, Instala y Mantiene.

ESPECIFICACIONES TECNICAS



• TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DIMENSIONES •

POTENCIA DE LA CALDERA - BHP	30	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	800
Superficie de Calefacción Lado de fuego (Pies Cuadrados)	150	200	250	300	400	500	625	750	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000	3750
Lbs. Vapor/Hora a 212 °F	1035	1380	1725	2070	2760	3450	4313	5175	6900	8625	10350	12075	13800	17250	20700	27600
MILES DE BTU/Hr	1004	1339	1674	2009	2678	3348	4184	5021	6665	8369	10043	11716	13390	16738	20085	26780
Consumo de Combustible No.2 (GPH)	9.0	12.0	15.0	17.9	23.9	29.9	37.4	44.8	—	—	—	—	—	—	—	—
Consumo de Combustible Bunker No.6 (GPH)	—	—	—	—	—	28.0	35.0	41.9	55.8	69.8	83.7	97.6	111.6	139.5	167.4	223.2
Gas 1000 BTU/Pie Cúbico (MBH)	1255	1674	2100	2511	3348	4185	5231	6378	8370	10463	12554	14646	16740	20925	25110	33475
Altura Total A (pulg.)	68	70	70	72	76	78	85	91	98	104	110	116	116	118	126	135
Ancho Total B (pulg.)	58	62	70	70	69	69	78	82	86	86	93	100	108	112	115	130
Largo Total C (pulg.)	84	97	98	110	124	145	150	149	1720	201	214	214	234	253	260	280
CHIMENEA D (pulg.)	12	12	14	14	16	16	18	20	20	20	24	24	24	30	30	34
Contenido de Agua (Gls.)	217	258	333	330	436	519	647	752	1000	1214	1564	1929	2208	2427	2875	3589
Peso Neto Kg.	2,430	2,670	3,100	3,400	4,000	4,900	5,900	6,900	8,500	10,100	12,400	13,600	17,200	19,600	24,200	29,700

[*] Las dimensiones son aproximadas, nos reservamos el derecho de modificar éstas por razones de orden técnico en concordancia con el código ASME.

Anexo 4.5: Velocidades recomendadas para fluidos

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA VAPOR SATURADO	
Presión [bar]	Velocidad “ ω ” [m/s]
0 – 1	Hasta 10
1 – 2	10 – 15
2 – 5	15 – 25
5 – 10	25 – 35
10 – 40	35 – 40
>40	Hasta 60
VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA CONDENSADO	
Tubería	Velocidad “ ω ” [m/s]
Entre el intercambiador de calor y la trampa.	0,5
Tubería de entrada de la bomba del condensador	0,5 – 1
Tubería de salida de la bomba del condensador	1.5 – 2
VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA AGUA	
Tubería	Velocidad “ ω ” [m/s]
Tubería de entrada de la bomba de agua de refrigeración.	0,7 – 1,5
Tubería de salida de la bomba de agua de refrigeración.	1,3 – 3,5
Tubería de entrada a la bomba de agua de alimentación.	0,5 – 1
Tubería de salida a la bomba de agua de alimentación.	1,5 – 3,5
Agua potable	01 – 02
VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA OTROS FLUIDOS	
Fluido	Velocidad “ ω ” [m/s]
Vapor flash con condensado.	15 – 20

Vapor sobrecalentado.	50 – 70
Aceites ligeros (succión).	0,3 – 1,2
Aceites ligeros (descarga).	1,2 – 2,4
Aceites viscosos (succión).	0,3 – 0,6
Aceites viscosos (succión).	1 – 1,5

Fuente: Diseño de Plantas Industriales – Referencia 7



Anexo 4.6: Esfuerzo máximo permisible




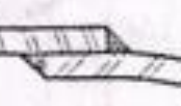


**PROPIEDADES DE LOS MATERIALES: ACERO AL CARBONO
Y DE BAJO CONTENIDO DE ELEMENTOS DE ALEACION**
Valores máximos de esfuerzo permisible a tensión 1000 lb/pulg²*

Especificación		Para temperatura del metal no mayor de, grados F ¹										
Numero	Grado	70	100	130	160	190	220	250	280	310	350	400
SA 953	C	12.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA 205	C	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	-	-	-	-	-
SA 515	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 515	60	15.0	14.4	13.0	10.9	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 515	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 515	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 516	55	13.8	13.3	12.1	10.2	8.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 516	60	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 516	65	16.3	15.5	13.9	11.4	9.0	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 516	70	17.5	16.6	14.8	12.0	9.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 105		17.5	16.6	14.8	12.0	9.4	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 181	I	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 150	1F1 1F2	15.0 13.8	14.4 13.3	13.0 11.8	10.8 12.0	7.8 8.4	5.0 6.5	3.0 4.5	1.5 2.5	-	-	-
SA 53	B	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	-	-	-	-	-
SA 106	B	15.0	14.4	13.0	10.8	8.7	6.5	4.5	2.5	-	-	-
SA 193	2H, 2H ²	25.0	25.0	23.6	21.0	17.0	12.5	8.5	4.5	-	-	-
SA 194	2H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA 307	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A-1 : PROPIEDADES DE LOS MATERIALES: ACERO AL CARBONO Y DE BAJO CONTENIDO DE ELEMENTOS DE ALEACION

Anexo 4.7: Factor de eficiencia de la junta soldada entre tubos

TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS

TIPOS NORMA UW-12	EFICIENCIA DE LA JUNTA, E Cuando la junta es:			
		a. Radiogra- fiado total- mente	b. Examinada por zonas	c. No Examinada
 1	Juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la mis- ma calidad de metal de soldadura depositada sobre los superficies in- ternas y externas de la pieza. Que requiera lazo de respaldo, de le- quitarse éste después de terminar la soldadura.	1.00	0.85	0.70
 2	Junta a tope de un sólo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar.	0.90	0.80	0.65
 3	Junta a tope de un sólo cordón sin tira de respaldo.	-	-	0.60
 4	Junta a traspase de doble filre completo.	-	-	0.55
 5	Junta a traspase de un sólo filre completo con soldaduras de tope.	-	-	0.50
 6	Junta a traspase de un sólo filre completo sin soldaduras de tope.	-	-	0.45

Anexo 4.8: Coeficiente según material

Material	Temperatura. °F (°C)					
	900 (482) y menos	950 (510)	1000 (538)	1050 (566)	1100 (593)	1150 (621) y más
Aceros Ferríticos	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aceros Austeníticos	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7

Anexo 4.9: Margen o espesor adicional que se añade al roscado

Tipo de Tubo Común	Valores de A, pulg
Tubo de Fundición de Hierro, fundido centrifugamente	0,14
Tubo de Fundición de Hierro, fundido en foso de colada:	0,18
Tubo Roscado de Acero, de Hierro Dulce y no Ferroso: > 3/8 pulg y menos > 1/2 pulg y más	0,05 Profundidad de la Rosca
Tubo Ranurado de Acero, de Hierro Dulce y no Ferroso	Profundidad de la Rosca
Tubo Común o Especial de Extremos Lisos, de Acero: > 1 pulg y menos > 1 1/4 pulg y más	0,05 0,065
Tubo Común o Especial de Extremos Lisos no Ferrosos	0,000



Anexo 4.10: Diámetro estándar

\bullet Peso por pie de tubería (lb.) = $10.68(D - t)^2$
 = $0.3405d^2$
 Peso de agua por pie (lb.) = $0.2618D^2$
 Superficie externa (pie²) por pie = $0.2618D$
 Superficie externa (pie²) por pie = $0.2618d$
 Superficie interna (pie²) = $0.785d^2$
 Área de la sección (in²) = $0.785(D^2 - d^2)$
 Momento de inercia (in⁴) = $0.0491(D^4 - d^4)$
 = $.14R_g^2$

Módulo resistente por pie = $\frac{0.0491(D^4 - d^4)}{D}$
 Radio de giro (in) = $0.25 \sqrt{D^2 + d^2}$

A_m = Área del metal de la sección (in²)
 d = Diámetro interno D. I. (in)
 D = Diámetro externo D. E. (in)
 R_g = Radio de giro (in)
 t = Espesor de pared (in)

NOTA: a) ASA B.36.10. Números de lista de tuberías de acero.
 b) ASA B.36.10. Espesores nominales de paredes.
 c) ASA B.36.19. Números de lista para acero inoxidable.

* Los aceros inoxidables ferríticos pueden tener aproximadamente 5 % menos, y los austeníticos, aproximadamente 2 % más que los valores dados para acero al carbono, dados en la tabla.

Tamaño nominal, diámetro externo (in)	Número de lista (Sch.)			Espesor de pared (in)	Diámetro interno (in)	Área de flujo (in ²)	Área de la sección (metal) (in ²)	Superficie externa (pie ² /pie)	Superficie interna (pie ² /pie)	Peso por pie (lb.)	Peso del agua por pie (lb.)	Momento de inercia (in ⁴)	Módulo resistente (in ³)	Radio de giro (in)
	a	b	c											
1/4 0.250	—	—	10S	0.049	0.301	0.0740	0.0548	0.106	0.0804	0.186	0.0321	0.00088	0.00437	0.1271
	40	Sid	40S	0.063	0.269	0.0568	0.0720	0.106	0.0705	0.245	0.0248	0.00106	0.00525	0.1215
	80	XS	80S	0.085	0.213	0.0364	0.0925	0.106	0.0563	0.315	0.0157	0.00122	0.00600	0.1146
1/2 0.500	—	—	10S	0.063	0.410	0.1320	0.0970	0.141	0.1073	0.330	0.0572	0.00279	0.01032	0.1604
	40	Sid	40S	0.083	0.364	0.1041	0.1250	0.141	0.0955	0.425	0.0451	0.00331	0.01230	0.1628
	80	XS	80S	0.119	0.302	0.0716	0.1374	0.141	0.0794	0.535	0.0310	0.00378	0.01395	0.1547
3/4 0.750	—	—	10S	0.063	0.543	0.2333	0.1246	0.177	0.1427	0.425	0.1011	0.00586	0.01737	0.2109
	40	Sid	40S	0.081	0.493	0.1910	0.1070	0.177	0.1295	0.568	0.0527	0.00730	0.02100	0.2090
	80	XS	80S	0.126	0.423	0.1405	0.2173	0.177	0.1106	0.739	0.0609	0.00862	0.02554	0.1901
1 1.000	—	—	10S	0.083	0.674	0.337	0.1974	0.220	0.1765	0.671	0.1547	0.01431	0.0341	0.2692
	40	Sid	40S	0.109	0.622	0.304	0.2503	0.220	0.1638	0.851	0.1316	0.01710	0.0407	0.2613
	80	XS	80S	0.147	0.546	0.2340	0.320	0.220	0.1433	1.088	0.1013	0.02010	0.0478	0.2505
	160	—	—	0.187	0.466	0.1700	0.383	0.220	0.1290	1.304	0.0740	0.02213	0.0527	0.2402
1 1/2 1.500	—	—	XS	0.294	0.252	0.0499	0.304	0.220	0.0600	1.714	0.0216	0.02425	0.0577	0.2192
	—	—	5S	0.065	0.920	0.665	0.2011	0.275	0.2400	0.684	0.2882	0.02451	0.0467	0.340
	—	—	10S	0.083	0.884	0.614	0.2521	0.275	0.2314	0.857	0.2661	0.02970	0.0560	0.343
	40	Sid	40S	0.113	0.824	0.533	0.333	0.275	0.2157	1.131	0.2301	0.0370	0.0706	0.334
2 2.000	80	XS	80S	0.154	0.742	0.432	0.433	0.275	0.1943	1.474	0.1875	0.0448	0.0833	0.321
	160	—	—	0.218	0.614	0.2961	0.570	0.275	0.1607	1.937	0.1284	0.0527	0.1004	0.304
	—	—	XS	0.308	0.434	0.1470	0.718	0.275	0.1137	2.441	0.0641	0.0579	0.1104	0.2840
	—	—	5S	0.065	1.183	1.103	0.2533	0.344	0.310	0.868	0.478	0.0300	0.0760	0.443
2 1/2 2.500	—	—	10S	0.109	1.007	0.945	0.413	0.344	0.2872	1.404	0.409	0.0737	0.1151	0.428
	40	Sid	40S	0.133	1.049	0.864	0.494	0.344	0.2748	1.769	0.374	0.0874	0.1329	0.421
	80	XS	80S	0.179	0.957	0.710	0.629	0.344	0.2590	2.172	0.311	0.1056	0.1600	0.407
	160	—	—	0.250	0.813	0.522	0.836	0.344	0.2134	2.844	0.2261	0.1332	0.1903	0.387
3 3.000	—	—	XS	0.358	0.599	0.2818	1.076	0.344	0.1570	3.659	0.1221	0.1465	0.2137	0.361
	—	—	5S	0.065	1.530	1.820	0.276	0.434	0.401	1.107	0.707	0.1038	0.1250	0.564
	—	—	10S	0.109	1.442	1.633	0.531	0.434	0.378	1.805	0.707	0.1605	0.1934	0.550
	40	Sid	40S	0.140	1.380	1.496	0.660	0.434	0.361	2.273	0.648	0.1948	0.2348	0.540
3 1/2 3.500	80	XS	80S	0.191	1.278	1.250	0.891	0.434	0.335	2.997	0.555	0.2418	0.2913	0.524
	160	—	—	0.250	1.160	1.057	1.107	0.434	0.304	3.765	0.458	0.2829	0.342	0.506
	—	—	XS	0.382	0.896	0.631	1.334	0.434	0.2346	5.214	0.2732	0.341	0.411	0.472
	—	—	5S	0.065	1.770	2.491	0.375	0.497	0.463	1.274	1.067	0.1580	0.1663	0.649
160	—	—	0.109	1.683	2.272	0.613	0.497	0.440	2.085	0.962	0.2469	0.2399	0.634	

* Ver nota en la parte superior de la tabla para las definiciones de las columnas a, b y c.

Tamaño nominal, diámetro externo (in)	Número de list (Sch.)			Espesor de pared (in)	Diámetro interno (in)	Área de flujo (in ²)	Área de la sección (metal) (in ²)	Superficie externa (pie ² /pie)	Superficie interna (pie ² /pie)	Peso por pie (lb.)	Peso del agua por pie (lb.)	Momento de inercia (in ⁴)	Módulo resistente (in ³)	Radio de giro (in)
	a	b	c											
1½ 1.900	40	Std	40S	0.145	1.610	2.036	0.799	0.497	0.421	2.716	0.882	0.310	0.376	0.623
	80	XS	80S	0.200	1.500	1.767	1.068	0.497	0.393	3.631	0.765	0.291	0.412	0.605
	160	—	—	0.281	1.338	1.406	1.479	0.497	0.350	4.859	0.608	0.453	0.504	0.581
	—	XXS	—	0.400	1.100	0.950	1.885	0.497	0.288	6.408	0.412	0.368	0.548	0.549
2 2.375	—	—	5S	0.065	2.245	3.96	0.472	0.622	0.568	1.604	1.716	0.315	0.2547	0.817
	—	—	10S	0.109	2.157	3.65	0.776	0.622	0.565	2.638	1.582	0.499	0.420	0.802
	40	Std	40S	0.154	2.067	3.36	1.075	0.622	0.541	3.652	1.455	0.666	0.541	0.787
	80	XS	80S	0.218	1.939	2.953	1.477	0.622	0.508	5.077	1.280	0.868	0.731	0.766
2½ 2.875	160	—	—	0.343	1.680	2.240	2.190	0.622	0.447	7.444	0.971	1.163	0.979	0.729
	—	XXS	—	0.436	1.503	1.774	2.656	0.622	0.393	9.070	0.769	1.312	1.104	0.703
	—	—	5S	0.083	2.709	5.76	0.738	0.753	0.709	2.475	2.499	0.710	0.494	0.988
	—	—	10S	0.120	2.635	5.45	1.039	0.753	0.690	3.531	2.361	0.888	0.687	0.975
3 3.500	40	Std	40S	0.203	2.469	4.79	1.704	0.753	0.646	5.793	2.076	1.530	1.064	0.947
	80	XS	80S	0.276	2.323	4.24	2.254	0.753	0.608	7.661	1.837	1.925	1.339	0.924
	160	—	—	0.375	2.123	3.55	2.945	0.753	0.556	10.01	1.535	2.333	1.637	0.894
	—	XXS	—	0.552	1.771	2.464	4.03	0.753	0.454	13.70	1.067	2.872	1.968	0.844
3½ 4.000	—	—	5S	0.083	3.334	8.73	0.891	0.916	0.873	3.03	3.76	1.301	0.744	1.208
	—	—	10S	0.120	3.260	8.23	1.274	0.916	0.833	4.33	3.61	1.822	1.041	1.196
	40	Std	40S	0.246	3.068	7.39	2.228	0.916	0.803	7.58	3.20	3.02	1.724	1.164
	80	XS	80S	0.300	2.900	6.61	3.02	0.916	0.759	10.25	2.864	3.90	2.226	1.136
4 4.500	160	—	—	0.437	2.620	5.42	4.21	0.916	0.687	14.32	2.346	5.03	2.876	1.094
	—	XXS	—	0.600	2.300	4.15	5.47	0.916	0.602	18.58	1.801	5.99	3.43	1.047
	—	—	5S	0.083	3.834	11.55	1.021	1.047	1.004	3.47	5.01	1.960	0.980	1.353
	—	—	10S	0.120	3.760	11.10	1.463	1.047	0.984	4.97	4.81	2.756	1.378	1.372
4½ 4.875	40	Std	40S	0.226	3.548	9.89	2.680	1.047	0.929	9.11	4.28	4.79	2.394	1.337
	80	XS	80S	0.318	3.364	8.89	3.68	1.047	0.881	12.51	3.83	6.23	3.14	1.307
	—	—	5S	0.083	4.334	14.75	1.182	1.178	1.135	3.92	6.40	2.811	1.210	1.562
	—	—	10S	0.120	4.260	14.25	1.651	1.178	1.115	5.61	6.17	3.96	1.767	1.549
5 5.312	40	Std	40S	0.237	4.026	12.73	3.17	1.178	1.054	10.79	5.51	7.23	3.21	1.510
	80	XS	80S	0.337	3.826	11.50	4.41	1.178	1.002	14.98	4.98	9.61	4.27	1.477
	120	—	—	0.437	3.626	10.33	5.58	1.178	0.949	18.96	4.48	11.65	5.16	1.445
	160	—	—	0.531	3.438	9.28	6.62	1.178	0.900	22.51	4.02	13.27	5.90	1.416
5½ 5.812	—	XXS	—	0.674	3.157	7.80	8.10	1.178	0.825	27.54	3.58	15.29	6.79	1.374
	—	—	5S	0.109	5.345	22.44	1.668	1.456	1.399	6.35	9.73	6.95	2.498	1.929
	—	—	10S	0.134	5.295	22.02	2.285	1.456	1.366	7.77	9.53	8.43	3.03	1.920
	40	Std	40S	0.258	5.047	20.01	4.30	1.456	1.321	14.62	8.66	15.17	5.45	1.878
6 6.625	80	XS	80S	0.375	4.813	18.19	6.11	1.456	1.260	20.76	7.89	20.68	7.43	1.830
	120	—	—	0.500	4.563	16.35	7.95	1.456	1.195	27.04	7.09	25.74	9.25	1.799
	160	—	—	0.625	4.313	14.61	9.70	1.456	1.129	32.96	6.33	30.0	10.80	1.760
	—	XXS	—	0.750	4.063	12.97	11.34	1.456	1.064	38.55	5.62	33.6	12.10	1.722
6½ 7.125	—	—	5S	0.109	6.407	32.2	2.231	1.734	1.677	5.37	13.98	11.85	3.58	2.304
	—	—	10S	0.134	6.357	31.7	2.733	1.734	1.664	9.29	13.74	14.40	4.35	2.295
	40	Std	40S	0.280	6.065	28.89	5.58	1.734	1.588	18.97	12.51	23.14	8.50	2.245
	80	XS	80S	0.432	5.761	26.07	8.40	1.734	1.508	28.57	11.29	40.5	12.23	2.195
7 7.625	120	—	—	0.562	5.501	23.77	10.70	1.734	1.440	36.39	10.30	49.6	14.95	2.153
	160	—	—	0.718	5.189	21.15	13.33	1.734	1.358	45.30	9.16	59.0	17.81	2.104
	—	XXS	—	0.854	4.897	18.83	15.64	1.734	1.282	53.16	8.17	66.3	20.03	2.060
	—	—	5S	0.109	8.407	55.5	2.916	2.258	2.201	9.91	24.07	28.45	6.13	3.01
8 8.625	—	—	10S	0.148	8.329	54.5	3.94	2.258	2.180	13.40	23.59	35.4	8.21	3.00
	20	—	—	0.250	8.125	51.5	6.56	2.258	2.127	22.35	22.48	57.7	13.39	2.952
	30	—	—	0.277	8.071	51.2	7.26	2.258	2.113	24.70	22.15	63.4	14.69	2.953
	40	Std	40S	0.322	7.951	50.0	8.40	2.258	2.089	28.55	21.69	72.5	16.81	2.936
8½ 9.125	60	—	—	0.406	7.813	47.9	10.45	2.258	2.045	35.64	20.79	88.6	20.53	2.909
	80	XS	80S	0.500	7.675	45.7	12.76	2.258	1.996	43.30	19.80	105.7	24.52	2.878

Ver nota al comienzo de la tabla para las definiciones de las columnas a, b y c.

Tecnituberías

Importadores - Distribuidores

Tubería en acero

LINE PIPE - TUBING - CASING

TUBERÍA ACERO AL CARBÓN SCH 20, 30, 40, 60, 80, 120, 160

ASTM A500 - ASTM A53 - ASTM A106 - API 5L - GRADOS A, B, C, X42, X65, X80

ESPECIFICACIONES TUBERÍA LINE PIPE								
Diámetro Nominal	Cédula Calibre	Diámetro Ext.		Diámetro Int.		Espesor		Peso
		Pulg.	m.m.	Pulg.	m.m.	Pulg.	m.m.	Kg x Mt
1/8"	40	0.405"	10.29	0.269"	6.83	0.068"	1.73	0.357
	70	0.405"	10.29	0.215"	5.46	0.095"	2.41	0.461
1/4"	40	0.540"	13.72	0.364"	9.25	0.088"	2.24	0.625
	80	0.540"	13.72	0.302"	7.67	0.119"	3.02	0.804
3/8"	40	0.675"	17.15	0.493"	12.52	0.091"	2.31	0.846
	80	0.675"	17.15	0.439"	10.74	0.126"	3.20	1.101
1/2"	40	0.840"	21.34	0.622"	15.80	0.109"	2.77	1.265
	80	0.840"	21.34	0.546"	13.87	0.147"	3.73	1.622
	160	0.840"	21.34	0.466"	11.84	0.167"	4.75	1.935
	XXS	0.840"	21.34	0.252"	6.40	0.294"	7.47	2.544
3/4"	40	1.050"	26.67	0.824"	20.93	0.113"	2.87	1.682
	80	1.050"	26.67	0.742"	18.85	0.154"	3.91	2.188
	160	1.050"	26.67	0.614"	15.80	0.218"	3.54	2.887
	XXS	1.050"	26.67	0.434"	11.02	0.308"	7.82	3.631
1"	40	1.315"	33.40	1.049"	26.64	0.133"	3.38	2.500
	80	1.315"	33.40	0.957"	24.31	0.179"	4.55	3.229
	160	1.315"	33.40	0.815"	20.70	0.250"	6.35	4.226
	XXS	1.315"	33.40	0.599"	15.21	0.358"	9.09	5.446
1.1/4"	40	1.660"	42.16	1.380"	35.05	0.140"	3.56	3.378
	80	1.660"	42.16	1.278"	32.46	0.191"	4.85	4.464
	160	1.660"	42.16	1.160"	29.46	0.250"	6.35	5.595
	XXS	1.660"	42.16	0.896"	22.76	0.382"	9.70	7.752
1.1/2"	40	1.900"	48.26	1.610"	40.89	0.145"	3.68	4.084
	80	1.900"	48.26	1.500"	38.10	0.200"	5.08	5.402
	160	1.900"	48.26	1.338"	33.99	0.281"	7.14	7.232
	XXS	1.900"	48.26	1.100"	27.94	0.400"	10.16	9.538
2"	40	2.375"	60.33	2.067"	52.50	0.154"	3.91	5.435
	80	2.375"	60.33	1.939"	49.25	0.218"	5.54	7.471
	160	2.375"	60.33	1.639"	42.90	0.343"	8.71	11.072
	XXS	2.375"	60.33	1.503"	38.18	0.436"	11.07	13.437
2.1/2"	40	2.875"	73.03	2.469"	62.71	0.203"	5.16	8.616
	80	2.875"	73.03	2.323"	59.00	0.276"	7.01	11.399
	160	2.875"	73.03	2.125"	53.98	0.375"	9.53	14.896
	XXS	2.875"	73.03	1.771"	44.98	0.552"	14.02	20.386
3"	40	3.500"	88.90	3.068"	77.93	0.216"	5.40	11.280
	80	3.500"	88.90	2.000"	73.86	0.300"	7.62	15.254
	160	3.500"	88.90	2.625"	66.68	0.438"	11.13	21.310
	XXS	3.500"	88.90	2.300"	58.42	0.600"	15.24	27.647
3.1/2"	40	4.000"	101.60	3.548"	90.12	0.226"	5.74	13.557
	80	4.000"	101.60	3.364"	85.45	0.318"	8.08	18.617
	160	4.000"	101.60					
	XXS	4.000"	101.60	2.728"	69.29	0.636"	16.15	32.906

PBX. +571 360 1019 - FAX. +571 237 5425 - FIJO +57 317 439 7442

Cra 25ª 12B - 27 - Bogotá D.C. - Colombia - Suramerica

www.tecnituberias.cominfo@tecnituberias.com

Tecnituberías

Importadores - Distribuidores

ESPECIFICACIONES TUBERIA LINE PIPE								
Diámetro Nominal	Cédula Calibre	Diámetro Ext.		Diámetro Int.		Espesor		Peso
		Pulg.	m.m.	Pulg.	m.m.	Pulg.	m.m.	Kg x Mt
4"	40	4.500"	114.30	4.026"	102.26	0.237"	6.02	16.057
	80	4.500"	114.30	3.826"	97.18	0.337"	8.56	22.293
	120	4.500"	114.30	3.625"	92.08	0.438"	11.12	28.290
	160	4.500"	114.30	3.428"	87.33	0.531"	13.19	33.498
	XXS	4.500"	114.30	3.152"	80.06	0.674"	17.12	40.980
5"	40	5.563"	141.30	5.047"	128.19	0.258"	6.55	21.757
	80	5.563"	141.30	4.813"	122.25	0.375"	9.53	30.924
	120	5.563"	141.30	4.563"	115.90	0.500"	12.70	40.240
	160	5.563"	141.30	4.313"	109.55	0.625"	15.88	49.050
	XXS	5.563"	141.30	4.063"	103.20	0.750"	19.05	57.362
6"	40	6.625"	168.28	6.065"	154.05	0.280"	7.11	28.230
	80	6.625"	168.28	5.761"	146.33	0.432"	10.97	42.517
	120	6.625"	168.28	5.501"	139.73	0.562"	14.27	54.154
	160	6.625"	168.28	5.189"	131.80	0.718"	18.24	67.414
	XXS	6.625"	168.28	4.897"	124.38	0.864"	21.95	79.102
8"	20	8.625"	219.08	8.125"	206.28	0.250"	6.35	33.275
	30	8.625"	219.08	8.071"	205.00	0.277"	7.04	36.758
	40	8.625"	219.08	7.981"	202.72	0.322"	8.18	38.022
	60	8.625"	219.08	7.813"	198.45	0.406"	10.31	53.038
	80	8.625"	219.08	7.625"	193.68	0.500"	12.70	64.571
	100	8.625"	219.08	7.439"	188.95	0.593"	15.06	75.703
	120	8.625"	219.08	7.189"	182.60	0.718"	18.24	90.227
	140	8.625"	219.08	7.001"	177.83	0.812"	20.62	100.838
	160	8.625"	219.08	6.875"	174.63	0.875"	22.23	100.761
	XXS	8.625"	219.08	6.813"	173.05	0.906"	23.01	111.151
10"	20	10.750"	273.05	10.250"	260.35	0.250"	6.35	41.725
	30	10.750"	273.05	10.136"	257.45	0.307"	7.80	50.955
	40	10.750"	273.05	10.020"	254.51	0.365"	9.27	60.241
	60	10.750"	273.05	9.750"	247.65	0.500"	12.70	81.402
	80	10.750"	273.05	9.564"	242.93	0.593"	15.06	95.733
	100	10.750"	273.05	9.314"	236.58	0.718"	18.24	114.484
	120	10.750"	273.05	9.064"	230.23	0.843"	21.41	132.744
	140	10.750"	273.05	8.750"	222.25	1.000"	25.40	154.962
	160	10.750"	273.05	8.500"	215.90	1.125"	28.98	172.106
12"	20	12.750"	323.85	12.250"	311.15	0.250"	6.35	69.675
	30	12.750"	323.85	12.090"	307.09	0.330"	8.36	65.137
	40	12.750"	323.85	11.938"	303.23	0.406"	10.31	79.661
	60	12.750"	323.85	11.626"	295.30	0.562"	14.27	108.874
	80	12.750"	323.85	11.376"	288.95	0.687"	17.45	131.717
	100	12.750"	323.85	11.064"	281.03	0.843"	21.41	159.531
	120	12.750"	323.85	10.750"	273.05	1.000"	25.40	186.749
	140	12.750"	323.85	10.500"	266.70	1.125"	28.58	207.866
	160	12.750"	323.85	10.126"	257.20	1.312"	33.32	238.507
14"	10	14.000"	355.60	13.500"	342.90	0.250"	6.35	54.630
	20	14.000"	355.60	13.373"	339.75	0.312"	7.92	67.979
	30	14.000"	355.60	13.250"	336.55	0.375"	9.53	81.209
	40	14.000"	355.60	13.126"	333.40	0.437"	11.10	94.305
	60	14.000"	355.60	12.814"	325.48	0.593"	15.06	126.360
	80	14.000"	355.60	12.500"	317.50	0.750"	19.05	157.938
	100	14.000"	355.60	12.126"	308.80	0.937"	23.80	194.547
	120	14.000"	355.60	11.814"	300.08	1.093"	27.76	224.221
	140	14.000"	355.60	11.500"	292.10	1.250"	35.71	253.315
	160	14.000"	355.60	11.188"	284.18	1.406"	35.75	281.441

Anexo 4.11: Longitud equivalente

PÉRDIDAS DE CARGA EN LAS VÁLVULAS EXPRESADAS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)'
Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

DIÁMETRO EXTERNO		60°-Y		45°-Y		VÁLVULAS DE CUADRO	VÁLVULAS DE RETENCIÓN	
		ESFÉRICAS**		ANGULARES**			OSCILANTE***	DE LLENADO Y VENTILACIÓN (horizontal o vertical)
	ACERO							
12,3	1/2"	5,1	2,4	1,8	1,8	5,18	1,3	
21,3	3/8"	5,4	2,7	2,1	2,1	5,21	1,8	
25,9	7/8"	6,6	3,3	2,2	2,2	6,22	2,1	
31,7	1 1/8"	8,7	4,6	3,6	3,6	8,20	2,6	
37,4	1 3/8"	11,4	6,1	4,6	4,6	11,26	4,2	
43,3	1 7/8"	12,6	7,3	5,4	5,4	12,31	4,9	
54,3	2 1/8"	16,5	9,1	7,3	7,3	16,30	6,1	
71	2 3/8"	20,7	10,7	8,7	8,7	20,35	7,6	
88,9	3 1/8"	25,2	13,1	10,7	10,7	25,33	9,1	
101,4	3 3/8"	26,5	15,2	12,5	12,5	27	10,7	
114,3	4 1/8"	26,8	17,7	14,6	14,6	28	12,2	
141,3	5 1/8"	32,6	21,6	17,7	17,7	34,9	15,7	
158,3	6 1/8"	37,9	26,8	21,4	21,4	37,1	18,2	
177,1	8 1/8"	47,1	35,1	28,0	28,0	47,2	24,4	
203	-	55,1	44,2	32,0	32,0	55,3	30,5	
221,7	-	67,5	50,4	40,0	40,0	67,3	36,6	
235,6	-	100,9	56,5	47,4	47,4	100,4	43,2	
251,4	-	125,0	64,0	55,0	55,0	125,5	45,8	
277,2	-	140,1	73,1	61,1	61,1	140,6	50,1	
309	-	158,5	84,0	71,6	71,6	158,7	61,0	
329,6	-	185	97,5	81,0	81,0	185,8	73,2	

RECTAS COMO GOMOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****
ANGULARES COMO GOMOS DE VÁLVULA ANGULAR

Tabla A-6: PERDIDAS DE CARGA EN LAS VÁLVULAS EXPRESADAS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO

Continuación...

PERDIDAS DE CARGA DE LOS CODOS Y T. EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)
Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

DIÁMETRO EXTERIOR		CODOS						T			
Acero	Cobre	Radio pequeño 90°	Radio grande 90°	Mucho Hembra 90°	Radio pequeño 45°	Mucho Hembra 45°	Radio pequeño 180°	Cambio de dirección	PASO DIRECTO		
		Sin reducción	Reducción 1/4	Reducción 1:2							
17,2	1/2	0,42	0,27	0,70	0,21	0,33	0,15	0,82	0,27	0,36	0,42
21,3	5/8	0,48	0,30	0,76	0,24	0,40	0,17	0,91	0,30	0,43	0,47
26,9	7/8	0,51	0,32	0,78	0,27	0,42	0,19	1,2	0,47	0,53	0,57
33,7	1 1/8	0,79	0,51	1,2	0,39	0,64	1,2	1,5	0,51	0,70	0,76
42,4	1 3/8	1,0	0,70	1,7	0,51	0,91	1,7	2,1	0,70	0,95	1,0
48,3	1 5/8	1,2	0,80	1,9	0,64	1,0	1,9	2,4	0,80	1,1	1,2
60,3	2 1/8	1,5	1,0	2,5	0,79	1,4	2,5	3,0	1,0	1,4	1,5
73	2 3/8	1,8	1,2	3,0	0,98	1,6	3,0	3,6	1,2	1,7	1,8
88,9	3 1/8	2,3	1,5	3,6	1,2	2,0	3,6	4,5	1,5	2,1	2,3
101,6	3 3/8	2,7	1,8	4,6	1,4	2,7	4,6	5,4	1,8	2,4	2,7
114,3	4 1/8	3,0	2,0	5,1	1,6	2,6	5,1	6,4	2,0	2,7	3,0
141,3	5 1/8	4,0	2,5	6,4	2,0	3,3	6,4	7,6	2,5	3,6	4,0
165,3	6 1/8	4,9	3,0	7,6	2,4	4,0	7,6	9,1	3,0	4,2	4,6
215,3	8 1/8	6,1	4,0	9,8	3,0	5,1	9,8	12,2	4,0	5,4	6,1
273	-	7,7	4,9	-	4,0	-	12,2	15,7	4,9	7,0	7,6
323,9	-	9,1	5,8	-	4,9	-	15,7	18,3	5,8	7,9	8,6
355,6	-	10,4	6,0	-	5,4	-	18,3	20,7	6,0	8,1	8,8
406,4	-	11,5	7,0	-	6,1	-	18,3	23,2	7,0	9,5	10,4
457,2	-	12,8	8,0	-	7,0	-	21,4	26,0	8,0	10,7	11,6
508	-	13,3	10,4	-	7,9	-	21,4	30,5	10,4	13,2	14,2
559,6	-	18,3	12,2	-	9,1	-	24,8	35,0	12,2	15,2	16,3

DIÁMETRO EXTERIOR		CODOS ANGULARES			
Acero	Cobre	90°	10°	45°	30°
		17,2	1/2	0,22	0,33
21,3	5/8	0,31	0,45	0,21	0,27
26,9	7/8	0,42	0,49	0,27	0,35
33,7	1 1/8	0,51	0,64	0,35	0,44
42,4	1 3/8	0,71	0,91	0,45	0,57
48,3	1 5/8	0,80	1,0	0,51	0,64
60,3	2 1/8	1,0	1,4	0,70	0,86
73	2 3/8	1,2	1,6	0,80	1,0
88,9	3 1/8	1,5	2,0	0,98	1,2
101,6	3 3/8	1,8	2,2	1,2	1,5
114,3	4 1/8	2,1	2,6	1,4	1,8
141,3	5 1/8	2,7	3,1	1,8	2,3
165,3	6 1/8	3,3	4,0	2,1	2,7
215,3	8 1/8	4,0	5,2	2,5	3,3
273	-	5,1	6,4	3,0	3,9
323,9	-	6,1	7,6	3,6	4,6
355,6	-	7,0	8,9	4,0	5,1
406,4	-	8,0	9,5	4,6	5,8
457,2	-	9,1	11,3	5,4	6,7
508	-	10,4	12,5	6,1	7,6
559,6	-	12,2	14,9	7,3	9,1

Tabla A-6: PERDIDAS DE CARGA DE LOS CODOS Y T. EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO

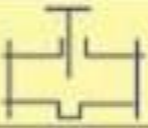

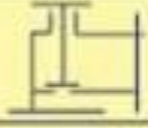

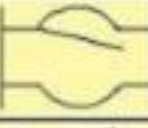
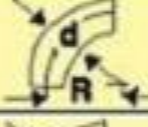



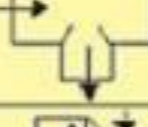

Continuación...

PÉRDIDAS DE CARGA EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)


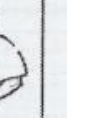
DIÁMETRO EXTERIOR	Enchamamiento brusco d/D *	Conexión lateral d/D *			Acistas vivas *		Deflexión armónica *				
		1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4	Entrada	Salida	Entrada	Salida
17.7	1/2	0.47	0.74	0.69	0.21	0.15	0.09	0.46	0.24	0.45	0.24
21.3	3/8	0.54	0.33	0.12	0.27	0.21	0.12	0.54	0.30	0.54	0.25
24.9	3/8	0.79	0.46	0.15	0.26	0.30	0.15	0.85	0.42	0.85	0.47
28.7	1 1/8	0.98	0.51	0.21	0.49	0.26	0.21	1.1	0.54	1.1	0.62
47.4	1 3/8	1.4	0.91	0.30	0.70	0.54	0.20	1.6	0.79	1.6	1.3
48.7	1 5/8	1.8	1.1	0.36	0.88	0.66	0.36	2.0	1.0	2.0	1.5
49.3	2 1/8	2.4	1.5	0.49	1.2	0.91	0.49	2.7	1.3	2.7	2.0
73	2 3/8	3.0	1.9	0.61	1.5	1.2	0.61	3.6	1.7	3.6	2.6
83.9	3 1/8	4.0	2.4	0.79	2.0	1.5	0.79	4.7	2.2	4.7	3.3
101.6	3 3/8	4.6	2.8	0.91	2.3	1.8	0.91	5.2	2.6	5.2	3.9
114.3	4 1/8	5.2	3.3	1.2	2.7	2.1	1.2	6.1	3.0	6.1	4.7
141.3	5 1/8	7.3	4.6	1.5	3.6	2.7	1.5	8.2	4.2	8.2	6.1
146.3	6 1/8	8.8	6.7	1.8	4.6	3.3	1.8	10.1	5.8	10.1	7.6
213.1	6 3/8	-	7.6	2.6	-	4.6	2.6	14.3	7.3	14.3	10.7
273	-	-	9.8	3.3	-	6.1	3.3	18.3	8.8	18.3	14.0
273.0	-	-	12.5	3.9	-	7.6	3.9	22.2	11.3	22.2	17.4
355.4	-	-	-	4.9	-	4.9	4.9	26.2	13.7	26.2	20.6
404.8	-	-	-	5.5	-	5.5	5.5	29.3	15.3	29.3	23.2
452.2	-	-	-	6.1	-	6.1	6.1	35.0	17.7	35.0	28.1
503	-	-	-	-	-	-	-	43.4	21.4	43.3	32.0
509.6	-	-	-	-	-	-	-	47.8	25.3	47.6	37.1

Tabla A-6: PERDIDAS DE CARGA EN LOS CAMBIOS DE SECCION EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO

Continuación...

Longitud equivalente de tubería en metros												
Componentes		Diámetro interior de tubería en mm (d)										
		25	40	50	80	100	125	200	250	250	300	400
Válvula de bola abierta 100%		0.3 6	0.5 8	0.6 10	1.0 16	1.3 20	1.6 25	1.9 30	2.6 40	3.2 50	3.9 60	5.2 80
Válv. diafragma abierta 100%		1.5	2.5	3.0	4.5	6	8	10	-	-	-	-
Válv. angular abierta 100%		4	6	7	12	15	18	22	30	36	-	-
Válvula de globo		7.5	12	15	24	30	38	45	60	-	-	-
Válvula antirretorno de clapeta		2.0	3.2	4.0	6.4	8.0	10	12	16	20	24	32
Codo R=2d		0.3	0.5	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.8
Codo R=d		0.4	0.6	0.8	1.3	1.6	2.0	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4
Ángulo 90°		1.5	2.4	3.0	4.5	6.0	7.5	9	12	15	18	24
T, salida en línea		0.3	0.4	1.0	1.6	2.0	2.5	3	4	5	6	8
T, salida angular		1.5	2.4	3.0	4.8	6.0	7.5	9	12	15	18	24
Reductor		0.5	0.7	1.0	2.0	2.6	3.1	3.6	4.8	6.0	7.2	9.8

Continuación...

										
DIAMETRO INTERNO (m.m.)	CURVA 90° R-3D	CURVA 90° R-2D	CODO	TE	MANGUERA R-100	DIAFRAGMA ABIERTA	MANQUITO	MACHO PASE RECTO	TECH TAYLOR	
LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBO RECTO DE IGUAL RESISTENCIA AL FLUJO.										
25	0.52	0.70	0.82	1.77	0.30	2.56	—	0.37	—	
32	0.73	0.91	1.13	2.38	0.40	5.29	—	0.49	—	
40	0.85	1.10	1.31	2.74	0.49	3.44	1.19	0.58	—	
50	1.07	1.40	1.68	3.35	0.55	3.66	1.43	0.73	—	
65	1.28	1.65	1.98	4.27	0.70	4.60	1.52	0.85	—	
80	1.55	2.07	2.47	5.18	0.85	4.88	1.92	1.04	0.20	
90	1.85	2.44	2.90	5.79	1.01	—	—	1.22	—	
100	2.13	2.77	3.35	6.71	1.16	7.82	2.19	1.40	0.23	
115	2.41	3.05	3.66	7.32	1.28	—	—	1.58	—	
125	2.71	3.66	4.27	8.23	1.43	13.11	3.05	1.77	0.30	
150	3.35	4.27	4.88	10.06	1.55	18.29	3.11	2.13	0.37	
200	4.27	5.49	6.40	13.11	2.41	19.81	7.92	2.74	0.82	
250	5.18	6.71	7.92	17.07	2.99	21.34	10.67	3.47	0.61	
300	6.10	7.92	9.75	20.12	3.35	28.96	15.85	4.08	0.76	
350	7.01	9.45	10.97	23.16	4.27	28.96	—	4.88	0.91	
400	8.23	10.67	12.80	26.52	4.88	—	—	5.49	1.04	
450	9.14	12.19	14.02	30.48	5.49	—	—	6.22	1.16	
500	10.36	13.11	15.85	33.53	6.10	—	—	7.32	1.25	

NOTA: PARA CURVA 135° USAR VALOR CURVA 90° x 1.5



Anexo 4.12: Rugosidad de tubos comerciales

VALORES DE RUGOSIDAD ABSOLUTA DE TUBERÍAS COMERCIALES			
Tipo de tubería	ε pies (0.3048m) x 10 ⁵		Variación máxima de f en %
	Intervalo	Diseño	
Hierro fundido asfaltado	400	400	-5 a +5
Bronce y cobre	5	5	-5 a +5
Concreto u hormigón	1 000 - 10 000	4 000	-35 a 50
Hierro fundido	850	850	-10 a +15
Hierro galvanizado	500	500	0 a +10
Hierro forjado	150	150	-5 a 10
Acero	150	150	-5 a 10
Acero remachado	3 000 - 30 000	6 000	-25 a 75
Duela de madera	600 - 3 000	2 000	-35 a 20

Valores de Diseño de la rugosidad de tubos (Fuente: Mott, Mecánica de Fluidos).

Material	Rugosidad (m)	Rugosidad (ft)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	$3,0 \times 10^{-7}$	$9,8 \times 10^{-7}$
Tubo extruido, cobre, latón y acero	$1,5 \times 10^{-6}$	$4,9 \times 10^{-6}$
Acero comercial o soldado	$4,6 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$	$4,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil recubierto	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil no recubierto	$2,4 \times 10^{-4}$	$7,9 \times 10^{-4}$
Concreto, bien fabricado	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Acero Remachado	$1,8 \times 10^{-4}$	$5,9 \times 10^{-4}$

Anexo 4.13: Densidad del agua

Densidad del agua líquida entre 0 °C y 100 °C

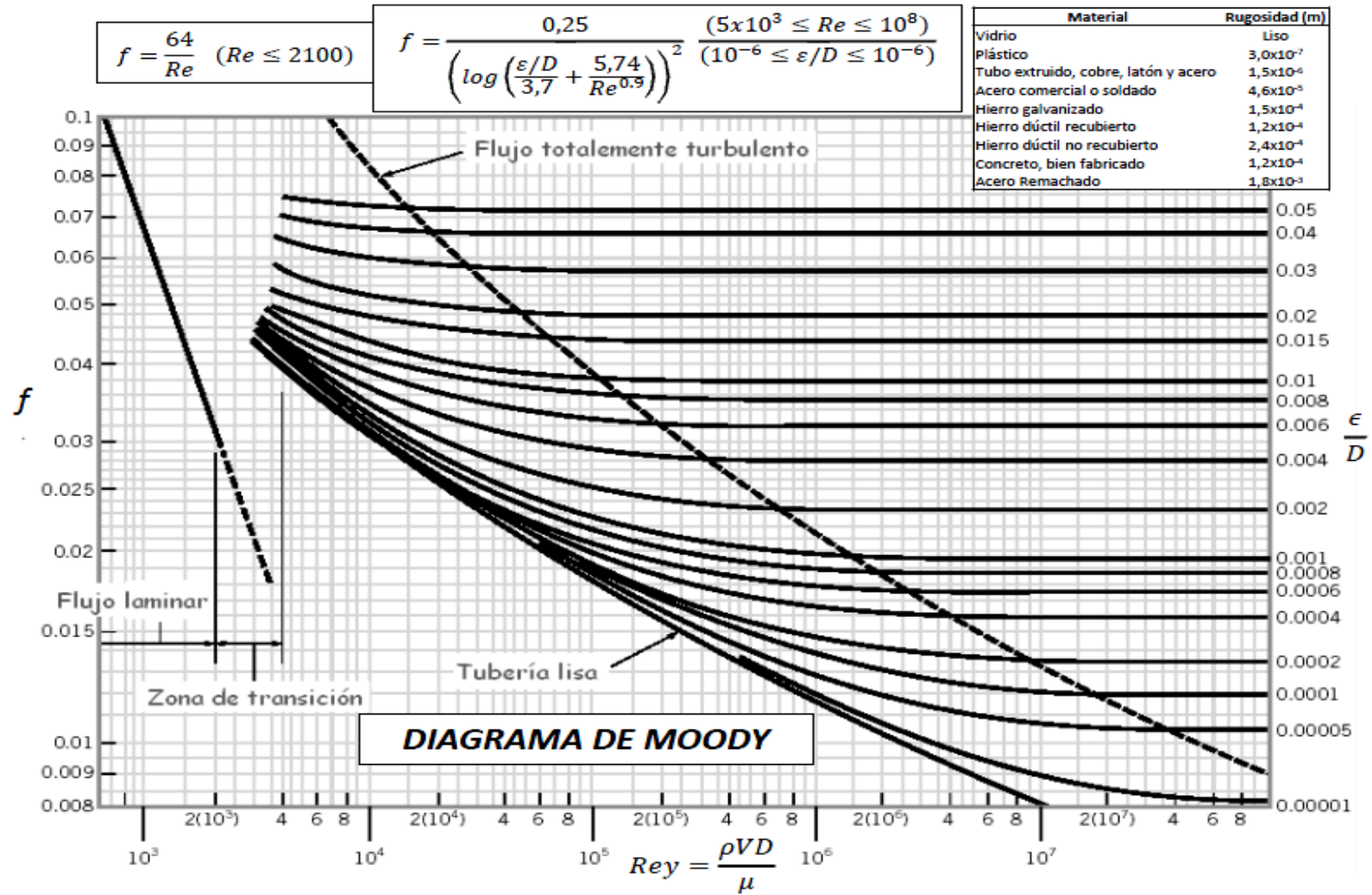
www.vaxasoftware.com

Presión externa: 1 atm = 101 325 Pa

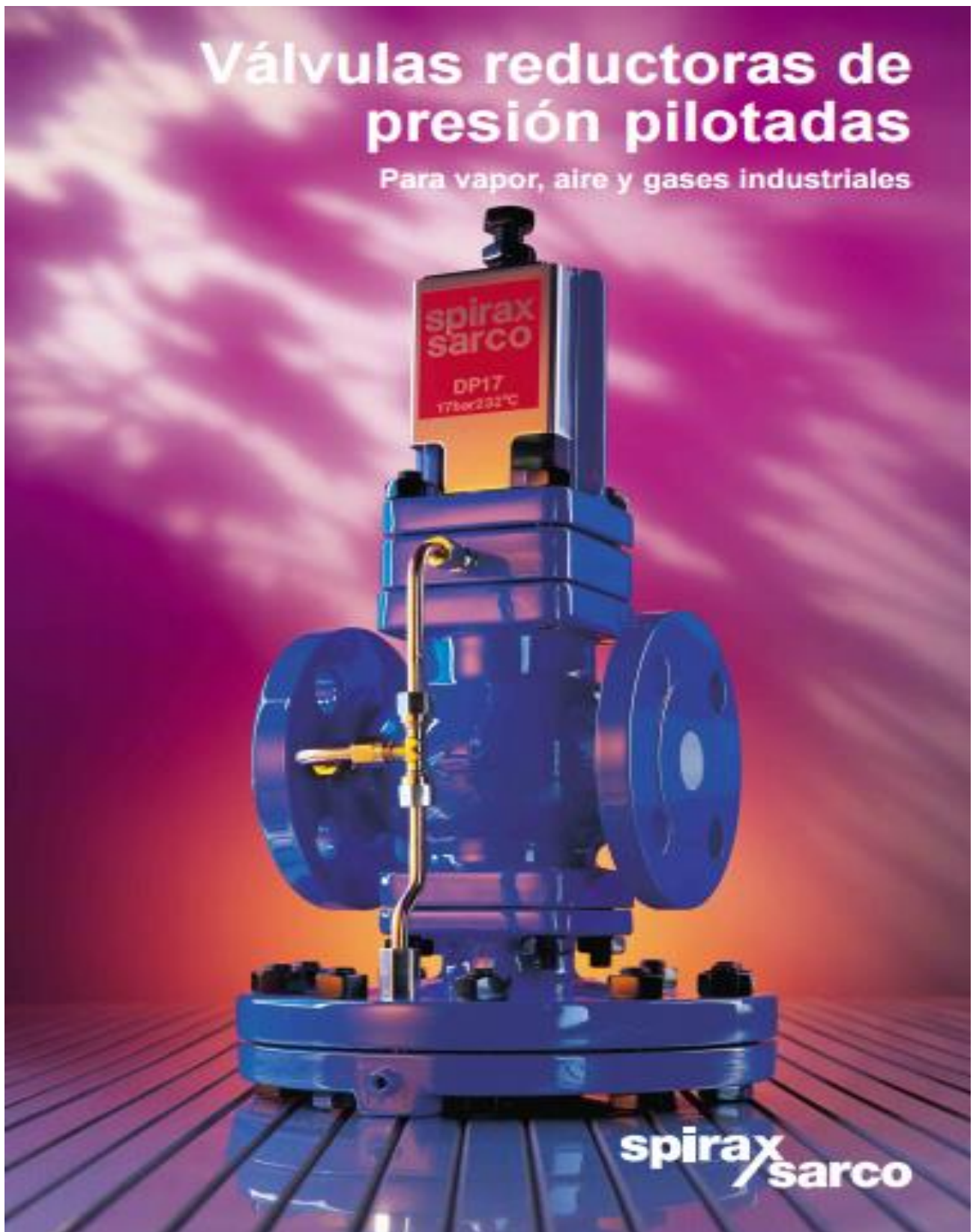
Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³	Temperatura °C	Densidad kg / m ³
0 (hielo)	917,00	33	994,76	67	979,34
0	999,82	34	994,43	68	978,78
1	999,89	35	994,08	69	978,21
2	999,94	36	993,73	70	977,63
3	999,98	37	993,37	71	977,05
4	1000,00	38	993,00	72	976,47
5	1000,00	39	992,63	73	975,88
6	999,99	40	992,25	74	975,28
7	999,96	41	991,86	75	974,68
8	999,91	42	991,46	76	974,08
9	999,85	43	991,05	77	973,46
10	999,77	44	990,64	78	972,85
11	999,68	45	990,22	79	972,23
12	999,58	46	989,80	80	971,60
13	999,46	47	989,36	81	970,97
14	999,33	48	988,92	82	970,33
15	999,19	49	988,47	83	969,69
16	999,03	50	988,02	84	969,04
17	998,86	51	987,56	85	968,39
18	998,68	52	987,09	86	967,73
19	998,49	53	986,62	87	967,07
20	998,29	54	986,14	88	966,41
21	998,08	55	985,65	89	965,74
22	997,86	56	985,16	90	965,06
23	997,62	57	984,66	91	964,38
24	997,38	58	984,16	92	963,70
25	997,13	59	983,64	93	963,01
26	996,86	60	983,13	94	962,31
27	996,59	61	982,60	95	961,62
28	996,31	62	982,07	96	960,91
29	996,02	63	981,54	97	960,20
30	995,71	64	981,00	98	959,49
31	995,41	65	980,45	99	958,78
32	995,09	66	979,90	100	958,05

www.vaxasoftware.com

Anexo 4.14: Diagrama de Moody

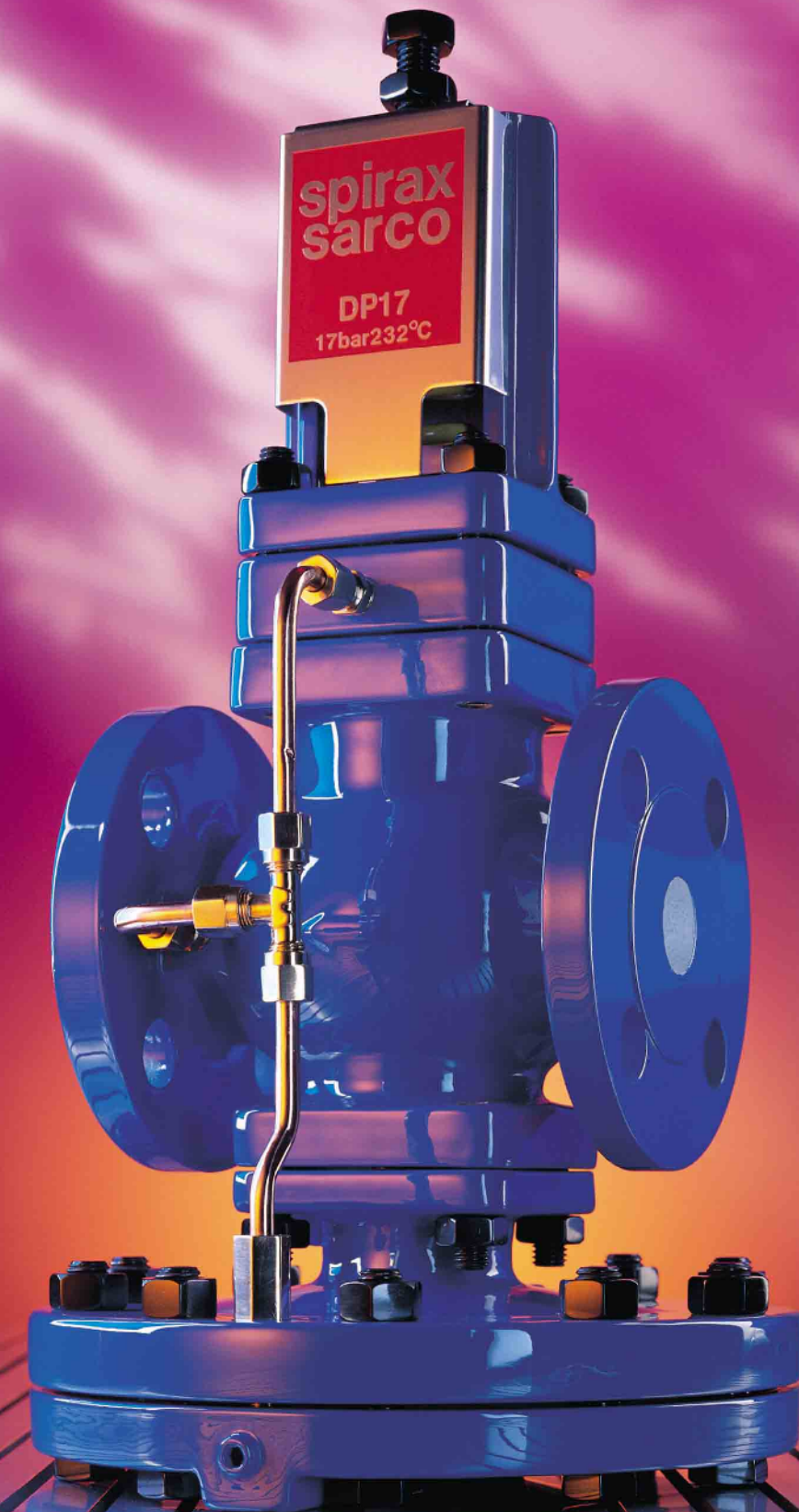


Anexo 4.15: Válvulas reductoras de presión



Válvulas reductoras de presión pilotadas

Para vapor, aire y gases industriales



spirax
/sarco

Tipos de válvulas

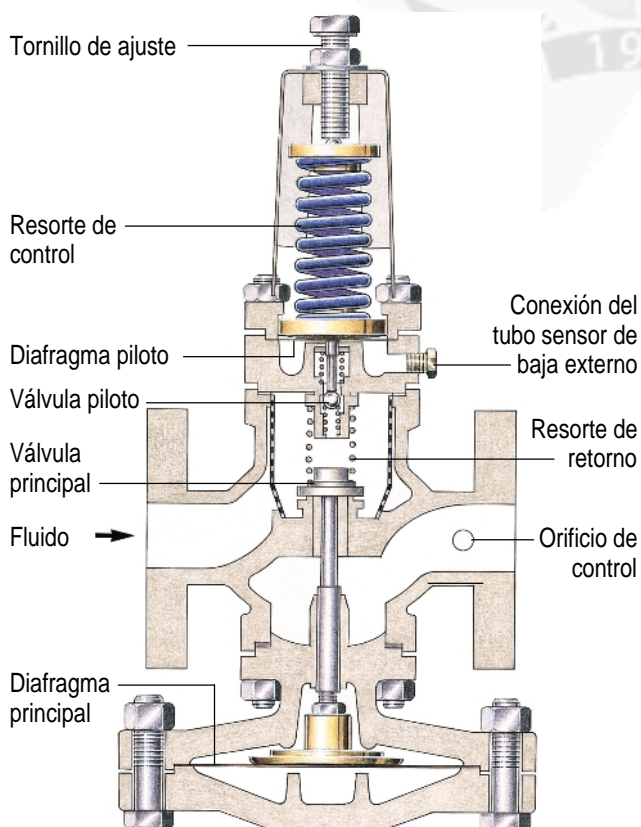
Series	Tamaños	Material del cuerpo	Conexiones	Temperatura máxima de trabajo (°C)	Presión máxima de trabajo (bar)
DP17	DN15 a DN50	Fundición nodular	Bridas	232	25
DP17	½" a 1"	Fundición nodular	Rosca	232	25
DP143	DN15 a DN80	Acero carbono	Bridas	300	40
DP163	DN15 a DN80	Acero inoxidable	Bridas	250	40

Combinación de pilotos - diferentes tipos de control en una sola válvula.

Alto rango de control con 3 resortes de color codificados - control de presión muy preciso.

Versión de cuerpo y elementos internos todo en acero inoxidable para aplicaciones de vapor limpio.

El asiento completamente de acero inoxidable alarga la vida de trabajo.



Beneficios

- No son necesarias fuentes de energía externas - Reduce costes de instalación*
- Combinación de válvula de control de temperatura y presión - Reducción de la inversión en control total.
- Un control preciso de presión para temperaturas de procesos constantes mejora la eficiencia del proceso y la calidad del producto.
- Muchos recambios intercambiables reducen el coste de stock de recambios.
- Intrínsecamente segura como estándar, para usar en áreas peligrosas.*
- Garantía de Spirax Sarco en bagaje técnico, conocimiento y servicio.

*Excepto para la versión 'E'

Como trabajan

- La válvula reductora pilotada DP trabaja equilibrando la presión de salida con el resorte de control. Este mueve un pequeño obturador contra un asiento (el piloto). El fluido a través del asiento llega directamente al diafragma de la válvula principal, actuando sobre la válvula principal.
- Bajo condiciones estables, la presión debajo del diafragma piloto equilibra la fuerza fijada en el resorte de ajuste. Esto asienta la válvula piloto permitiendo un paso de fluido constante a través del diafragma principal. Esto asegura que la válvula principal está también asentada para dar una presión de baja estable.
- Cuando la presión de baja aumenta, la válvula piloto cierra, y la presión se libera del diafragma de la válvula principal a través del orificio de control, para cerrar la válvula principal.
- Cualquier variación de caudal o presión será inmediatamente captada por el diafragma piloto el cual actuará para ajustar la posición de la válvula principal, asegurando una presión de baja constante.
- Con tal de conseguir las mejores condiciones de trabajo posibles se recomienda usar un tubo detector de presión externo. Esto resulta más importante cuando la válvula trabaja cerca de su capacidad máxima, o bajo condiciones de fluido críticas.



DP17



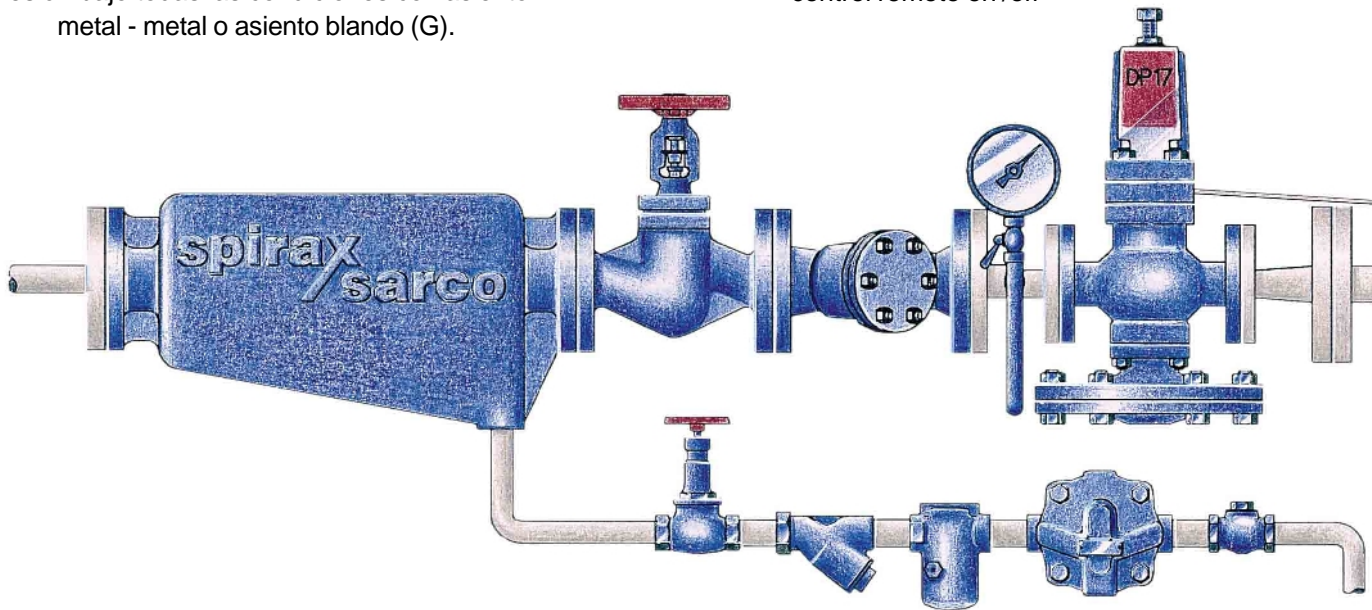
DP17G



DP17E

Las válvulas proporcionan un control preciso de presión bajo todas las condiciones con asiento metal - metal o asiento blando (G).

Adición de un solenoide eléctrico para control remoto on /off



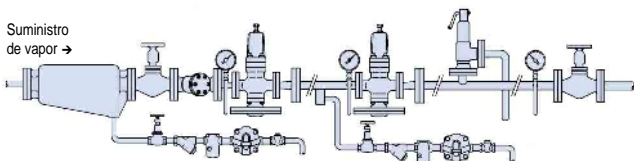
DP17R

Control remoto de presión

Un control remoto de presión, completamente ajustable, es posible usando un transmisor de aire. La presión puede ser ajustada mediante un regulador de aire comprimido situado lejos de la válvula. Por ejemplo la válvula debería estar en una tubería alta pero el ajuste puede efectuarse desde un regulador de aire a nivel del suelo.

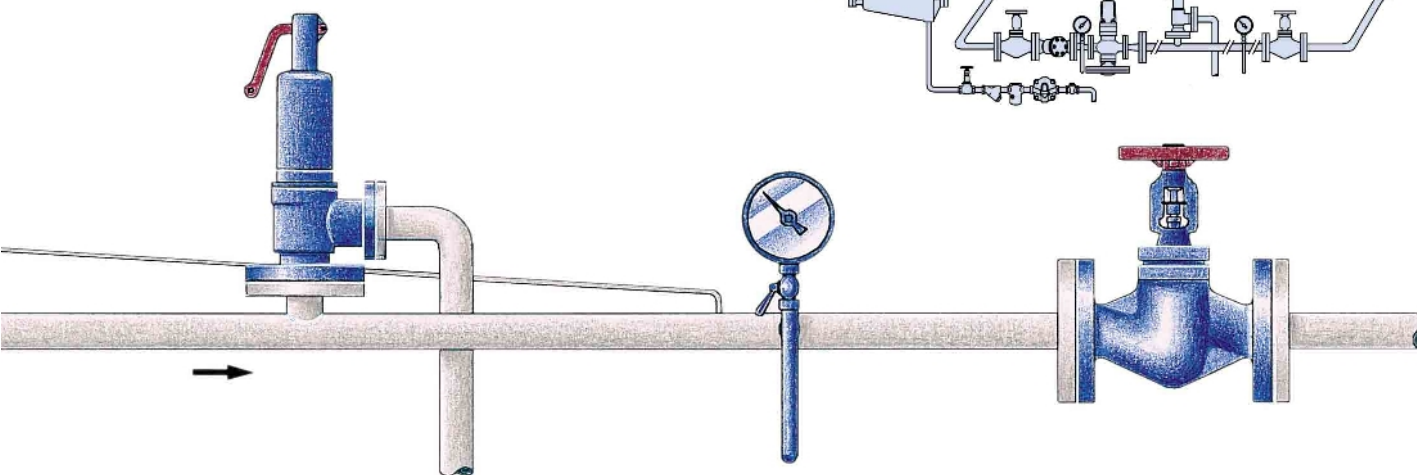
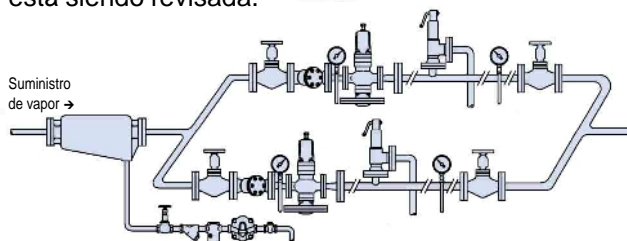
Válvulas reductoras en serie

Una válvula individual puede usarse para dar reducciones substanciales de presión, pero si la variación es mayor que 10 a 1, consideraremos dos válvulas reductoras en serie, dando un control más preciso.



Válvulas reductoras en paralelo

Una válvula reductora modulará desde su máxima capacidad hasta carga cero, cuando deba cerrar. De todas maneras, si la válvula va a trabajar por debajo de las condiciones de carga inferiores, para alargar su vida sería mucho mejor poner dos válvulas más pequeñas en paralelo. Esta no es una regla tajante, pero si la carga baja es un 10% (o menos) de la carga máxima entonces son preferibles dos válvulas. Las válvulas en paralelo también se usan donde es vital que la aportación de vapor no sea interrumpida. Esta solución asegura un control apropiado de la presión cuando alguna válvula está siendo revisada.



DPP17E



DP17T

Pilotos combinados

Un aspecto importante de las válvulas reductoras de presión tipo DP de Spirax Sarco es la posibilidad de combinar dos o más pilotos en el mismo cuerpo de la válvula.

Este aspecto proporciona, por ejemplo, control de temperatura y reducción de presión, de la válvula DP17T. El piloto de presión adicional de la válvula DPP17E ilustrado arriba permite, utilizando una válvula solenoide accionada eléctricamente, un control de presión escalonado.

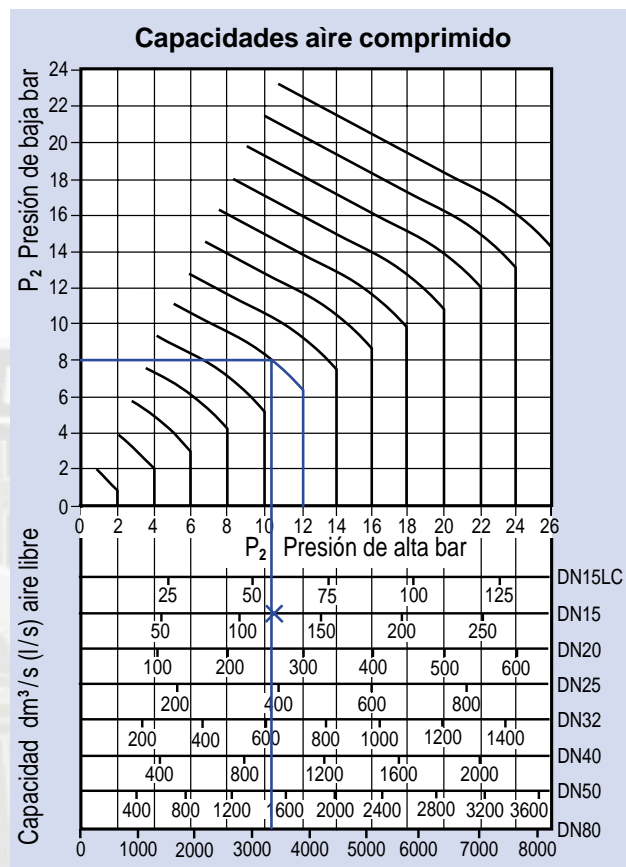
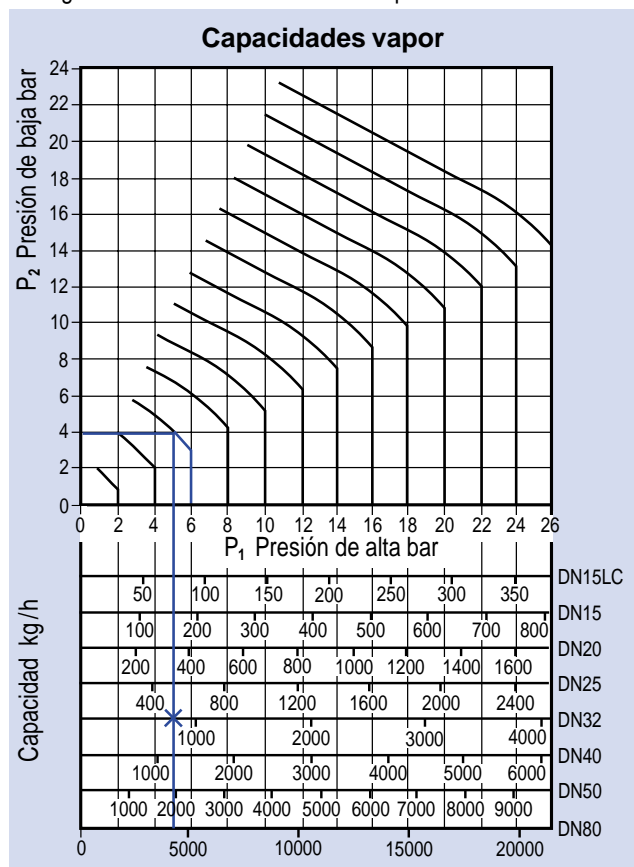
Control de temperatura en un calentador de agua

La reducción de presión de vapor nos da una alta eficiencia en el intercambio de calor y el control de temperatura adicional aporta la cantidad de vapor necesaria para alcanzar y mantener económicamente la temperatura.

Especificación y dimensionado

Como seleccionar una válvula reductora de presión tipo DP

1. Determinar la presión máxima de alta en bar r (P_1), presión requerida (P_2), y caudal máximo a través de la válvula.
 2. Seleccionar el tamaño de válvula de las tablas inferiores siguiendo el ejemplo de abajo. La gráfica se ha basado en tomas de presión, usando un tubo sensor externo.
 3. Determinar tipo de cuerpo y conexiones con la tabla de la página 7.
 4. Considerar las opciones necesarias dadas en la página 7 asegurando que éstas no restrinjan los límites que la válvula necesita.
- Para gases industriales contactar con Spirax Sarco.



Como usar la tabla

Vapor saturado

Se precisa: Una válvula para 600 kg/h reducción de 6 a 4 bar. Buscar el punto donde la línea de alta a 6 bar cruza con la línea de baja a 4 bar. Descendiendo con una línea perpendicular desde este punto nos dará las capacidades de todos los tamaños de DP bajo estas condiciones. Una válvula DN32 es el tamaño más pequeño que permitirá la carga requerida.

Vapor sobrecalentado

Como el volumen específico del vapor sobrecalentado es mayor debe aplicarse un factor de corrección en los valores obtenidos de esta tabla. Para 55°C de sobrecalentamiento el factor es 0,95 y para 100°C de sobrecalentamiento es 0,9.

Usando el ejemplo dado para vapor saturado, por la válvula de DN32 pasarían $740 \times 0,95 = 703$ kg/h si el vapor tuviese 55°C de sobrecalentamiento. Esta es aún suficientemente grande para admitir la carga requerida de 600 kg/h.

Aire comprimido

Se precisa: Una válvula que admita 100 dm³/s (l/s) de aire libre reduciendo de 12 bar a 8 bar. Buscar el punto en el cual la curva de línea de presión de alta a 12 bar cruza la horizontal de línea de presión de baja a 8 bar.

Descendiendo con una perpendicular desde este punto se encuentra que considerando una válvula de DN15LC sólo pasarán 57 dm³/s (l/s) y por lo tanto no es suficientemente grande, por una válvula DN15 pasarán 120 dm³/s (l/s) bajo estas condiciones y es la válvula correcta.

Nota: La DP17 está sólo disponible hasta DN50.

Valores de Kvs

DN15LC	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN80
1,0	2,8	5,5	8,1	12,0	17,0	28,0	64,0

Para conversión C_V (UK) = $K_V \times 0,97$ C_V (US) = $K_V \times 1,17$

Nota: Los valores de K_{VS} mostrados son capacidades totales y serían usados para proponer tamaños de válvulas de seguridad donde sean necesarias.

Información de selección

Tamaño	Conexión					Opciones						
	BSP	PN25	PN40	ANSI 150	ANSI 300	G	E*	T	P	R	S	H
DP17 15-25	●	●		●	●	●	●	●	●	●		
DP17 32-50		●		●	●	●	●	●	●	●	●	
DP143 15-80			●	●	●	●						●
DP163 15-80			●	●	●	●						

*E' no disponible con válvulas DP17G

Extras opcionales

G - Versión con asiento blando para aire comprimido y gases industriales. La temperatura máxima con asiento blando es 120°C.

E - Construida con una válvula solenoide eléctrica on/off la cual permite cerrar y controlar la válvula a distancia.

Temperatura máxima 190°C, Presión de alta máxima 10 bar g, 230 o 110 V 50 Hz, 24 V 50 Hz.

T - Piloto adicional de control de temperatura para controlar la válvula principal por lo que se mantiene la temperatura mientras la presión de vapor está limitada.

Rangos de temperatura: - A: 16°C a 49°C, B: 38°C a 71°C, C: 49°C a 82°C, D: 71°C a 104°C, E: 93°C a 127°C.

P - Piloto adicional de control de presión para escalar el control de presión.

R - Piloto de control remoto -

la presión de baja puede ajustarse a distancia variando una señal de presión de aire en el diafragma piloto.

S - Todas las partes de latón/cobre reemplazadas por materiales ferrosos.

H - Componentes de alta temperatura, permitiendo a la DP143 trabajar a 350°C.

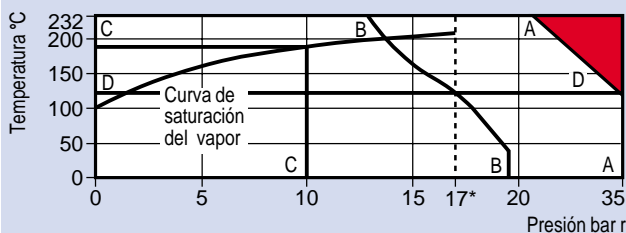
Rangos de presión

Los rangos se designan con resortes de colores:-

Amarillo = 0,2 a 3,0 bar. **Azul** = 2,5 a 7,0 bar. **Rojo** = 6,0 a 17,0 bar. **Gris** = 16,0 a 24,0 bar (DP143 y DP163 únicamente).

Especificaciones técnicas

DP17



*Máxima presión de vapor recomendada

La válvula no puede trabajar en esta zona

Rango de operación DP17

Condiciones de diseño del cuerpo PN25
 Temperatura de diseño máximo 232°C
 120°C DP17G
 Prueba hidráulica en frío máxima 38 bar r

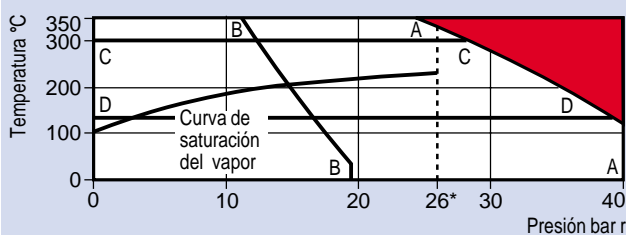
A - A Roscado y bridas BS 4505 PN25, ANSI 300

B - B ANSI 150

C - C DP17E limitada a 10 bar r y 190°C

D - D DP17G limitada a 120°C

DP143



*Máxima presión de vapor recomendada

La válvula no puede trabajar en esta zona

Rango de operación DP143

Condiciones de diseño del cuerpo PN40
 Temperatura de diseño máximo 300°C
 350°C DP143H
 120°C DP143G
 Prueba hidráulica en frío máxima 60 bar r

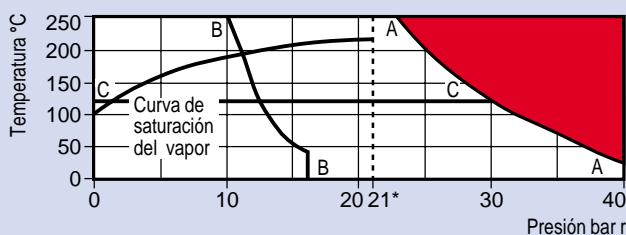
A - A Bridas BS 4505 PN40, BS 10 tabla, ANSI 300

B - B Bridas ANSI 150

C - C DP143 hasta 300°C usar DP143H para 350°C

D - D DP143G limitada a 120°C

DP163



*Máxima presión de vapor recomendada

La válvula no puede trabajar en esta zona

Rango de operación DP163

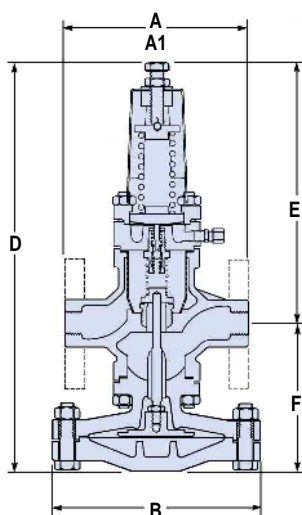
Condiciones de diseño del cuerpo PN40
 Temperatura de diseño máximo 250°C
 120°C DP163G
 Prueba hidráulica en frío máxima 60 bar r

A - A Bridas BS 4505 PN40, BS 10 tabla J, ANSI 300

B - B Bridas ANSI 150

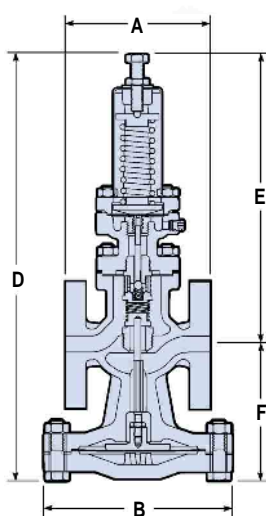
C - C DP163G limitada a 120°C

Dimensiones (aproximadas en milímetros)



DP17

Tamaño	Roscas		ANSI 150		ANSI 300		Peso kg			
	A	A1	A1	A1	B	D	E	F	Roscas	Bridas
DN15LC	160	130	120,2	126,6	185	364	234	130	12	12,8
DN15	160	130	120,2	126,6	185	364	234	130	12	12,8
DN20	160	150	139,4	-	185	364	234	130	12	13,7
DN25	180	160	160,0	160,0	207	388	240	148	13	16,0
DN32	-	180	176,0	180,0	207	388	240	148	-	17,0
DN40	-	200	199,0	200,0	255	433	255	178	-	29,0
DN50	-	230	228,0	230,0	255	433	255	178	-	31,5



DP143, DP163

Tamaño	BS 4504			B	D	E	F	Peso kg
	PN40	ANSI 150	ANSI 300					
DN15	130	122	130	175	405	277	128	15
DN20	150	142	150	175	405	277	128	16
DN25	160	156	160	216	440	288	152	23
DN32	180	176	183	216	440	288	152	25
DN40	200	200	209	280	490	305	185	40
DN50	230	230	236	280	490	305	185	42
DN80	310	310	319	350	580	322	258	103

Como especificar

Válvula reductora Spirax Sarco DP17 pilotada, regulada por diafragma con válvula piloto y válvula principal de acero inoxidable.

Cuerpo de fundición nodular con conexiones roscadas o con bridas. La válvula podrá detectar la presión de baja con un tubo externo o internamente. El ajuste de presión será posible con la válvula en funcionamiento.

Adicional:-

La válvula reductora podrá instalarse con una válvula solenoide para facilitar un control remoto o corte automático de la presión de baja.

BARCELONA

08980 Sant Feliu de Llobregat
Sant Josep, 130 Polígono El Pla
Tel. 93 685 79 29 Fax 93 685 70 11
e-mail: SpiraxSarco@es.SpiraxSarco.com
Internet: www.spiraxsarco.com/es

MADRID

28034 Madrid
Ronda Caballero de la Mancha, 67
Tel. 91 736 4780 Fax 91 736 4788
e-mail: DelegacionMadrid@es.SpiraxSarco.com

© Copyright 2003 Spirax Sarco is a registered trademark of Spirax-Sarco Limited

spirax
/sarco

SB-S10-17

ESP Issue 4

Anexo 4.16: Válvulas esféricas para vapor



Válvulas esféricas

para vapor



spirax
/sarco

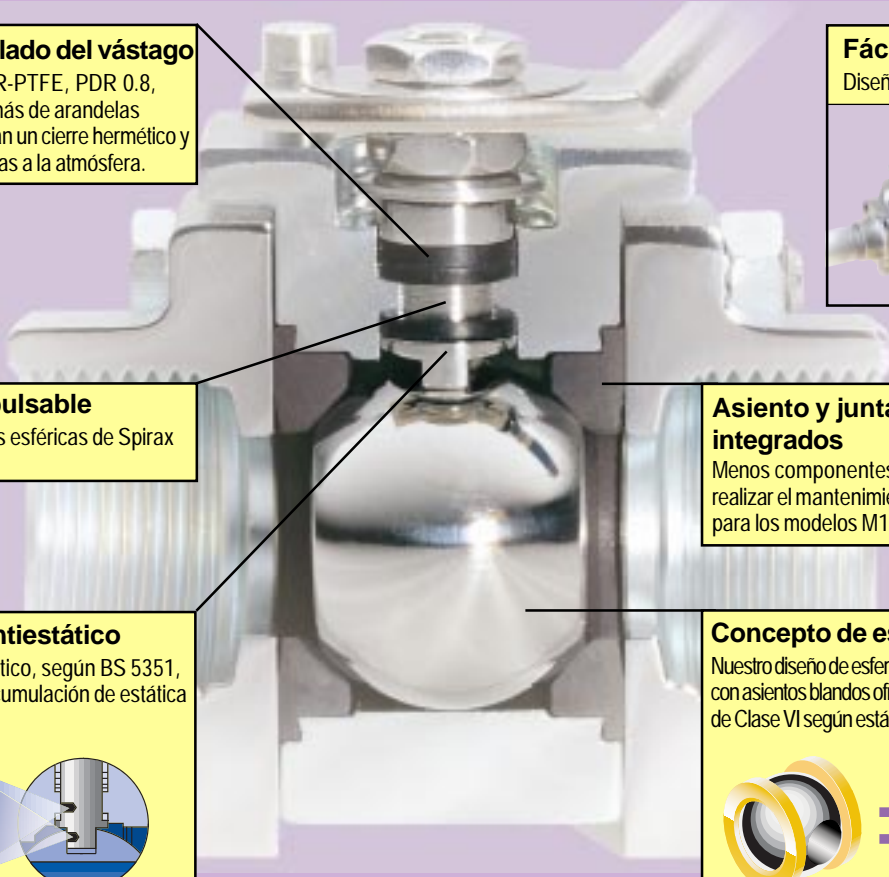
Válvulas esféricas para aplicaciones de vapor

Los sistemas de vapor que rinden bien han sido diseñados cuidadosamente usando productos de la más alta calidad

Spirax Sarco tiene 80 años de experiencia y conocimiento en sistemas de vapor y equipos asociados. A veces es imprescindible aislar secciones de una tubería o planta, manualmente o por control remoto. Esto se puede realizar de una manera segura, de manera previsible y confiable porque las válvulas esféricas Spirax Sarco han sido diseñadas y fabricadas específicamente para su uso con vapor.

Las duras condiciones del vapor no permiten concesiones, se requiere lo mejor en diseño. Todas las válvulas esféricas de Spirax Sarco cumplen con este requisito, como resultado de muchos años de dedicación a la investigación y desarrollo, inversiones en la fabricación y la experiencia trascendental en aplicaciones.

Características de un buen diseño



Sistema de sellado del vástago
'O' rings de PTFE, R-PTFE, PDR 0.8, grafito o PEEK además de arandelas belleville proporcionan un cierre hermético y minimizan las pérdidas a la atmósfera.

Fácil de usar
Diseño ergonómico.

Vástago inexpulsable
En todas las válvulas esféricas de Spirax Sarco.

Asiento y junta del cuerpo integrados
Menos componentes y más fácil de realizar el mantenimiento. (Solo disponible para los modelos M10V y M10S).

Dispositivo Antiestático
Dispositivo Antiestático, según BS 5351, para descargar la acumulación de estática de la esfera.

Concepto de esfera flotante
Nuestro diseño de esfera flotante combinado con asientos blandos ofrece un cierre hermético de Clase VI según estándares ANSI.

Beneficios para el usuario

- Todos los productos Spirax Sarco cumplen con la Directiva Europea de Equipos a Presión 97/23/EC. (P.E.D.)
- Válvulas sin pérdidas - asiento / junta de cuerpo integrados.
- Alta capacidad, baja caída de presión, baja pérdida de energía.
- No se atasca, sin movimientos erráticos incluso con altas presiones - bajo par de operación.
- Recuperación automática por desgaste de sellos - Arandelas Belleville.
- Fácil de automatizar - Montaje ISO estándar en ciertos modelos.
- Materiales de asiento y cierre adecuadas para cualquier condición; PTFE, R-PTFE, PEEK, PDR 0.8.
- ISO 9001/2000 - trazabilidad de materiales y certificación pertinente.
- **Garantía Spirax Sarco de conocimientos, servicio y soporte técnico a nivel mundial.**

Tipos y materiales de asiento

Un asiento flexible proporciona un cierre hermético con presiones altas y bajas, además de reducir desgaste y torque. Ciertos modelos disponen de la junta del cuerpo y asiento integrados. También disponemos de asientos con Cavity filler para aplicaciones en vapor limpio. Las válvulas están diseñadas especialmente para aplicaciones con vapor.

PTFE	Es el material seleccionado cuando se requiere poca fricción, alta durabilidad, excelente estabilidad térmica y gran inercia química. Recomendado para vapor saturado hasta 10 bar g.
PDR 0.8	El asiento para vapor por excelencia. Desarrollado especialmente por Du-pont para Spirax Sarco soporta temperaturas elevadas (260°C); con un coeficiente bajo de fricción. Recomendado para vapor saturado hasta 17.5 bar g.
PEEK	El Poliéter-éter-cetona es un termoplástico resistente a altas temperaturas y al desgaste, con una alta resistencia mecánica, rigidez y dureza. Recomendado para vapor saturado hasta 39 bar g.
PTFE con carga de vidrio (R-PTFE)	Este material con una carga volumétrica de hasta 255 de fibras de vidrio, mejora la resistencia a la compresión y la abrasión. Recomendada especialmente para aplicaciones de vapor limpio.

Opciones para la gama de válvulas esféricas

Manija con traba

Manija oval

Vástago extendido

Butt Weld extendido

Esfera con orificio de alivio para evitar bloqueo hidráulico

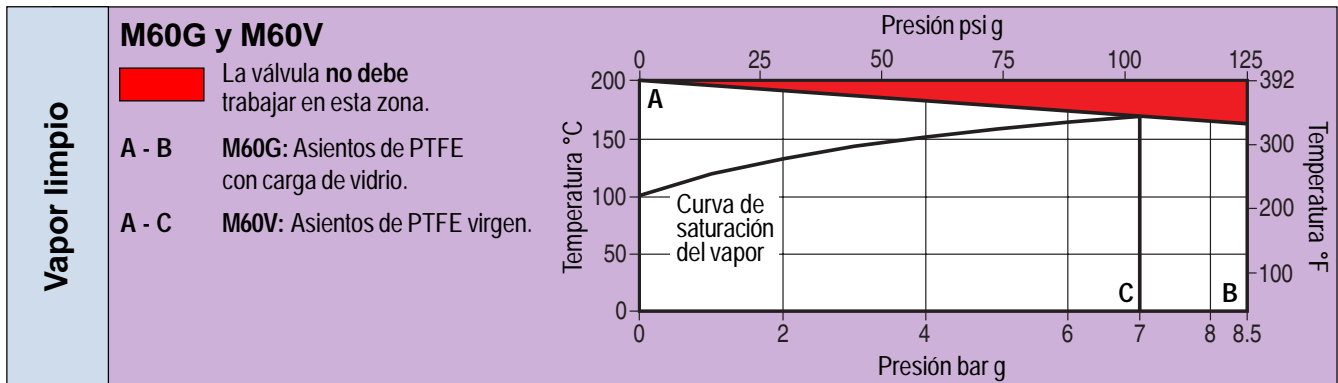
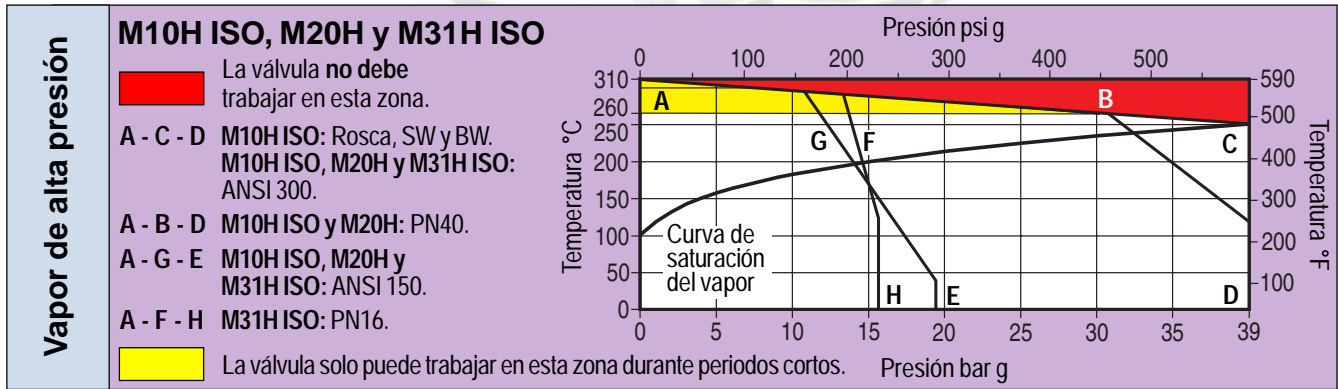
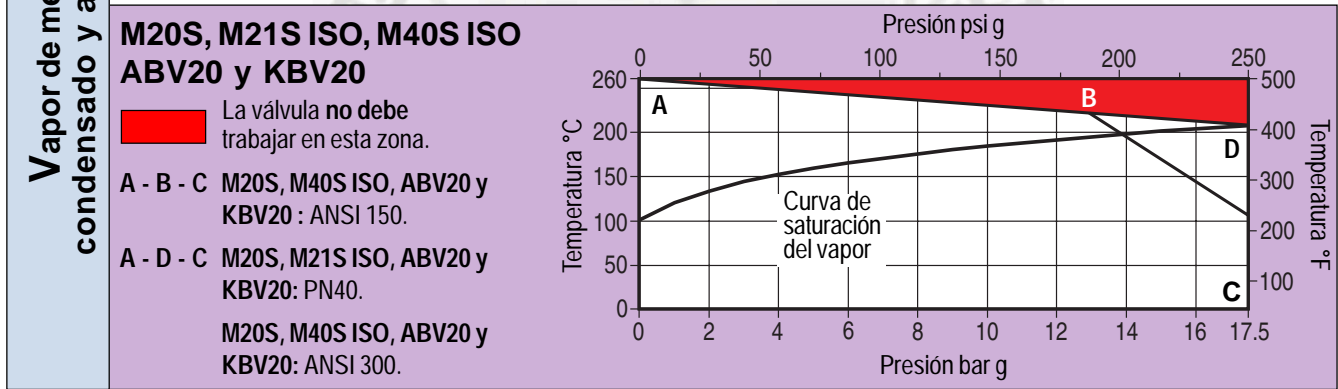
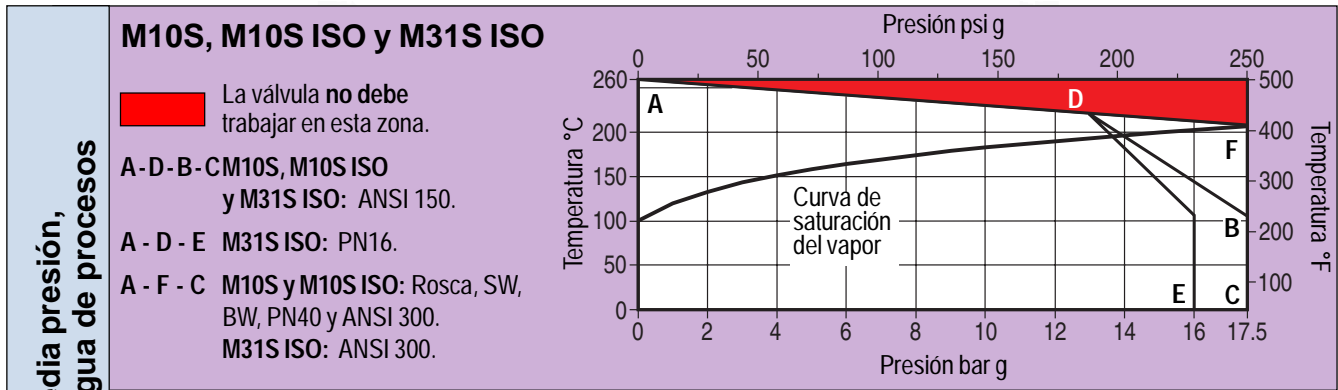
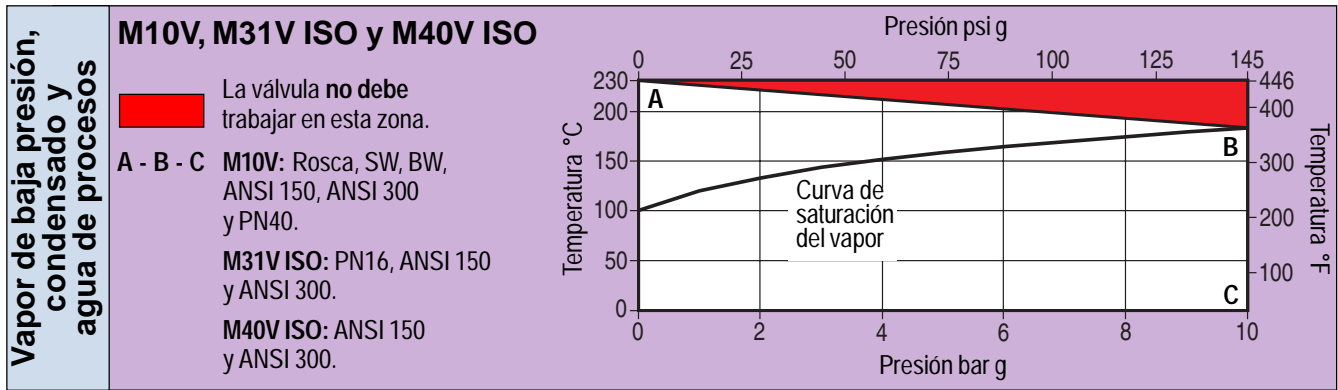
Automatización

Spirax Sarco recomienda las válvulas esféricas con Montaje ISO para la automatización. Disponemos de actuadores neumáticos de simple y doble efecto (Serie BVA200) y actuadores eléctricos de ¼ de vuelta (Serie BVEA200), con una gama completa de cajas límite de carrera, reductores a sin fin y corona con embrague para actuar manualmente. Se pueden suministrar estos accesorios por separado o montados en las válvulas. Para más información ver el catálogo de 'Automatización'.

Gama de válvulas esféricas para aplicaciones de vapor

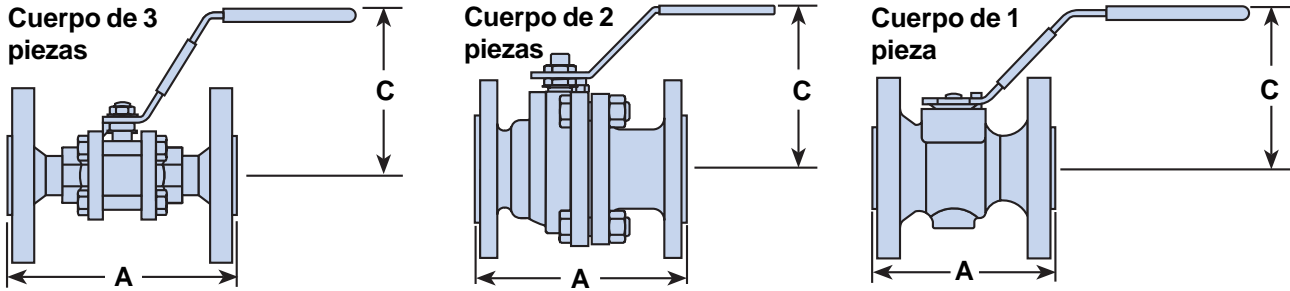
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V, M31V ISO y M40V ISO
Vapor de media presión, condensado y agua de procesos	M10S, M10S ISO, M20S, M21S ISO M31S ISO y M40S ISO
Vapor de alta presión	M10H ISO, M20H y M31H ISO
Vapor limpio	M60G y M60V
Purga de caldera	ABV20 y KBV20

Rangos de operación



Dimensiones (aproximadas) en mm

Para información completa de dimensiones y pesos, ver Hojas Técnicas correspondientes en nuestra página web.



M10V / M10S (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW	A			C				
RB	FB		RB	SW	FB	ANSI 150	ANSI 300 (solo M10S)	PN40	Rosca, SW, BW	Bridas PN40 & ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	-	57	-
10	6	56	51	56	-	-	-	-	57	-
15	10	63	51	63	108	140	130	61	87	87
20	15	68	59	68	117	152	150	63	89	89
25	20	86	84	86	127	165	160	91	91	91
32	25	97	93	97	140	178	180	95	95	95
40	32	106	102	106	165	190	200	109	109	109
50	40	124	118	124	178	216	230	115	115	115
65	50	152	152	152	191	241	290	132	132	132

M10S ISO / M10H ISO (Cuerpo de 3 piezas)

Tamaño DN		Rosca, BW	A			C				
RB	FB		RB	SW	FB	ANSI 150	ANSI 300	PN40	Rosca, SW, BW	Bridas PN40 y ANSI 150
6		56	56	-	-	-	-	-	63	-
10	6	56	56	56	-	-	-	-	63	-
15	10	63	56	63	108	140	130	66	81	81
20	15	68	59	68	117	152	150	69	84	84
25	20	86	84	86	127	165	160	100	100	100
32	25	97	93	97	140	178	180	104	104	104
40	32	106	102	106	165	190	200	112	112	112
50	40	124	118	124	178	216	230	120	120	120
65	50	152	152	152	191	241	290	140	140	140

M31V ISO / M31S ISO / M31H ISO (Cuerpo de 2 piezas)

Tamaño DN	A				C		
	ANSI 150	ANSI 300	PN16 F1	PN16 F4/F5	ANSI 150	ANSI 300	PN16 F1 y F4/F5
50	178	216	230	150	140	140	140
65	190	241	290	170	166	168	166
80	203	283	310	180	180	182	180
100	229	305	350	190	218	218	218
150	394	+403	480	350	266	266	266
200	457	502	600	400	311	315	311

M21S ISO

(Cuerpo de 1 pieza)

Tam. DN	A PN40	C Todos
15	115	81
20	120	84
25	125	99
32	130	102
40	140	124
50	150	130
65	170	142
80	180	156
100	190	175

M20S / M20H / ABV20 / KBV20

(Cuerpo de 1 pieza)

Tam. DN	A		C Todos
	ANSI 150	ANSI 300 y PN40	
25	127	165	108
32	140	178	111
40	165	190	126
50	178	216	134
65	191	241	146
80	203	283	168
100	229	305	180
150	267	403	246

M40V ISO / M40S ISO

(Cuerpo de 1 pieza)


Tam. DN	A		C	
	ANSI 150	ANSI 300	ANSI 150	ANSI 300
25	127	165	100	100
40	165	190	115	115
50	178	216	129	129
65	190	241	142	142
80	203	283	144	162
100	229	305	172	178
150	267	403	206	220

M60G / M60V

(Cuerpo de 3 piezas)

Tam. DN	A		C Todos
	Tri-clamp	Tubo	
15	89	100	57
20	102	102	63
25	114	124	91
40	140	138	109
50	159	150	115
80	240	240	158
100	280	280	168

Tabla de selección

Aplicaciones	Modelo	Tamaños	Cuerpo	Vapor saturado		Conexiones	Paso RB = Paso reducido FB = Paso total	Material del cuerpo  2 = Cuerpo en acero al carbono 3 = Cuerpo en acero inoxidable 4 = Cuerpo, tornillos y tuercas en acero inox.	
				Presión máxima bar g	Temperatura máxima °C				
Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos	M10V	DN6 a DN50	3 Piezas	10	184	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, ANSI 150	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L	
		DN65	3 Piezas	10	184	ANSI 150	RB		
	M31V ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	10	184	ANSI 150 ANSI 300 PN16 F1 y F4 / F5	FB	Fundición 2 ASTM A216 WCB o DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M	
	M40V ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	10	184	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M	
Vapor de media presión, condensado y agua de procesos	M10S M10S ISO	DN6 a DN50	3 Piezas	17,5	208	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, PN40 ANSI 150 ANSI 300	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 3 ASTM A182 F316L 4 ASTM A182 F316L	
		DN65					RB		
	M31S ISO	DN50 a DN200	2 Piezas	11,6	190	PN16	FB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M	
				17,5	208	ANSI 150 ANSI 300			
		M20S	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300 PN40	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)
		M21S ISO	DN15 a DN100	1 Pieza	17,5	208	PN40	RB	Fundición 2 DIN 17245 3 ASTM A351 CF8M
	M40S ISO	DN25 a DN150	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M	
Vapor de alta presión	M10H ISO	DN6 a DN40	3 Piezas	39	250	BSP, BSPT, NPT, SW, BW, PN40	RB y FB	Forjado 2 ASTM A105 (acero inoxidable disponible bajo pedido)	
		DN50					RB		
	M20H	DN25 a DN150	1 Pieza	39	250	PN40 ANSI 150 ANSI 300	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)	
	M31H	DN50 a DN200	2 Piezas	39	250	PN16 ANSI 150 ANSI 300	FB	Fundición 2 ASTM A216 o DIN 17245 3 ASTM A351	
Vapor limpio	M60V	DN15 a DN100	3 Piezas	7	170	Tri-clamp Tubo imperial ISO y DIN	RB	Forjado 4 ASTM A182F 316L	
	M60G	DN15 a DN100	3 Piezas	8,5	177	Tri-clamp Tubo imperial ISO y DIN	RB	Forjado 4 ASTM A182F 316L	
Purga de caldera	KBV20 ABV20	DN25 a DN65	1 Pieza	17,5	208	ANSI 150 ANSI 300 PN40	RB	Fundición 2 ASTM A216 WCB 3 ASTM A351 CF8M (Solo bridas PN40)	

Como hacer el pedido

Para seleccionar y pedir las válvulas usar la información de la tabla de selección y los siguientes códigos cortos, como muestra el siguiente ejemplo.

Ejemplo:

Se requiere una válvula esférica para una aplicación con vapor a media presión, en la que la presión no sobrepasará 17,5 bar g. El tamaño de la tubería es de 50 mm. El material del cuerpo de la válvula esférica será de acero al carbono forjado zincado con capacidad de paso total y esfera con alivio.

Ejemplo de selección de la válvula esférica:

Tamaño de la válvula:

DN6 a DN200.

Modelo de la válvula:

M10S, M20S, M21S, M31S, M40S.

Material del cuerpo:

C/S = 2, S/S = 3, Todo S/S = 4.

Paso: (solo necesario para la M10)

Paso reducido = RB, Paso total = FB.

Versión ISO:

Opciones:

Manija oval = O,

Manija con traba = L,

Vástago extendido = E,

Esfera con orificio de alivio = X

Conexiones:

BSP, BSPT, NPT, SW, BW, PN40, ANSI 150, ANSI 300.

Nota: Para válvulas para vapor limpio consultar con Spirax Sarco

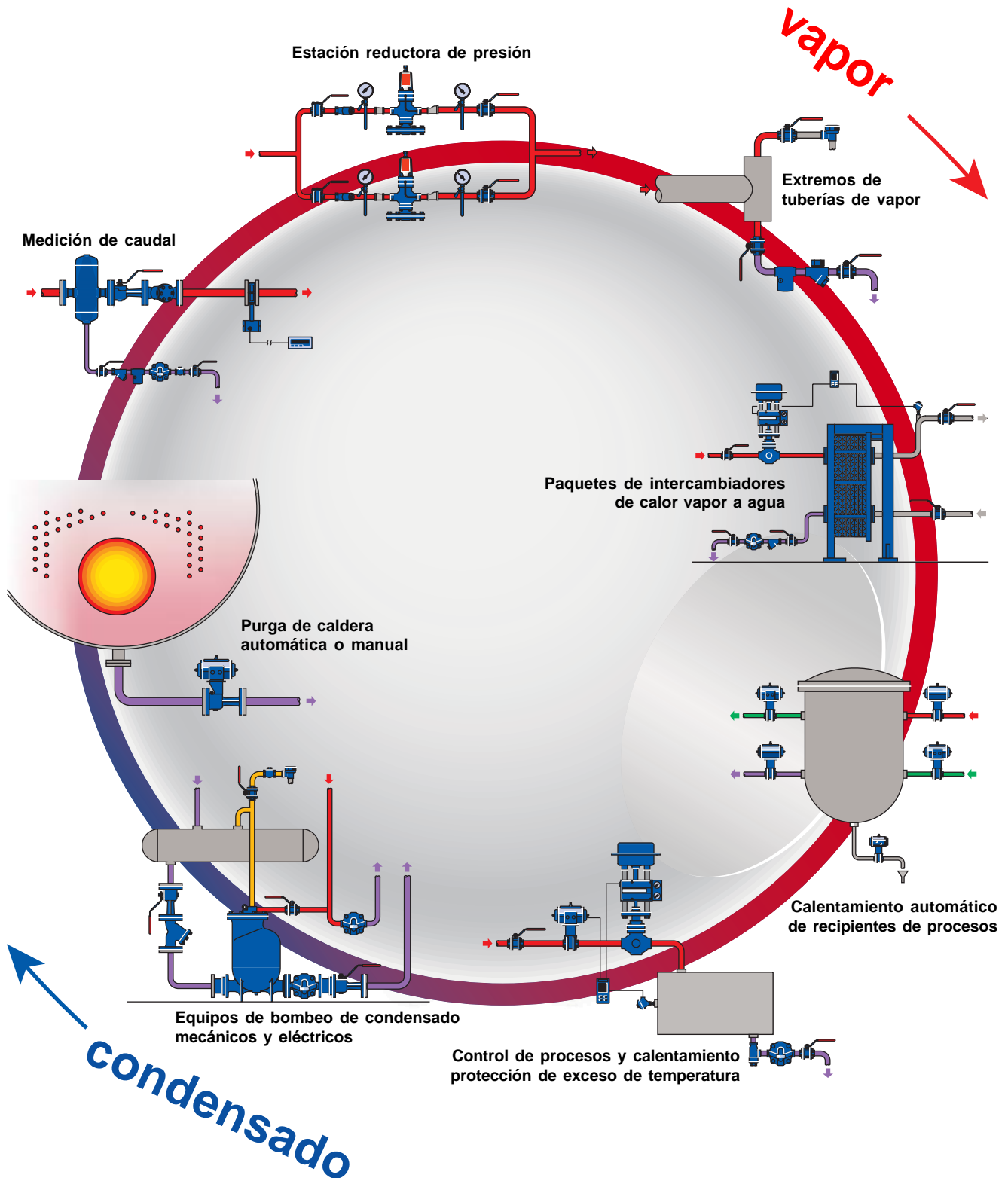
Ejemplo de como pasar pedido:

1 válvula esférica Spirax Sarco M10S2FB ISO X de DN50 con cuerpo de acero al carbono forjado zincado, paso total y esfera con alivio. Conexiones con bridas PN40.

Para más detalles ver Hojas Técnicas.

Esfera y vástago	Internos			Opciones				Operación	
	Asientos	Sellos de vástago	Tornillos, tuercas y palanca	O Manija oval	L Manija con traba	E Vástago extendido	X Esfera con orificio de alivio	Manual	Automática
AISI 316L	PTFE Virgen	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado o Acero inox.	O	L	E	X	•	
AISI 316 AISI 304 AISI 316 AISI 420	PTFE Virgen	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado				X	•	•
AISI 316	PTFE Virgen	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado			E	X	•	•
AISI 316	PDR 0.8	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado o Acero inox.	O	L	E	X	•	•
AISI 316 AISI 304 AISI 316 AISI 420	PDR 0.8	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado				X	•	•
AISI 316	PDR 0.8	R-PTFE Antiestático y Grafito	Acero al carbono zincado			E	X	•	•
AISI 316	PDR 0.8	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado				X	•	•
AISI 316	PDR 0.8	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado			E	X	•	•
AISI 316L (Endurecido)	PEEK	PEEK Grafoil	Acero al carbono zincado o Acero inox.	O	L	E	X	•	•
AISI 316 (Endurecido)	PEEK	PEEK PTFE Antiestático Grafoil	Acero al carbono zincado			E	X	•	•
AISI 316 (Endurecido)	PEEK	PEEK Antiestático	Acero al carbono zincado			E	X	•	•
AISI 316L	PTFE Virgen (Cavity filler bajo pedido)	R-PTFE Carga vidrio	Acero inoxidable AISI 316					•	•
AISI 316L	R-PTFE carga vidrio (Cavity filler bajo pedido)	R-PTFE Carga vidrio	Acero inoxidable AISI 316					•	•
AISI 316 (Endurecido)	PDR 0.8	R-PTFE Antiestático	Acero al carbono zincado				X	•	•

Aplicaciones típicas con válvulas esféricas en el lazo de vapor y condensado



Algunos productos pueden no estar disponibles en ciertos países.

Spirax-Sarco S.A.
Ruta Panamericana Colectora Este N° 24951
(B1611DFB) Don Torcuato, Buenos Aires, Argentina
Tel: (+54 11) 4741 6100 Fax: (+54 11) 4741 7711
E-mail: info@ar.SpiraxSarco.com
Internet: www.spiraxsarco.com/ar

© Copyright 2003 Spirax Sarco is a registered trademark of Spirax-Sarco Limited

spirax
sarco

SB-S39-07

ST Issue 1

Válvulas de control

para aplicaciones generales y especiales



Válvulas de control

para aplicaciones generales y especiales



Válvulas de control

Para aplicaciones generales y especiales

No existe un solo tipo de válvula de control que encaje con la relación precio rendimiento que requiere cada proceso. Por tanto Spirax Sarco proporciona una gama completa de válvulas de control para adecuarse a la mayoría de fluidos industriales incluidas aplicaciones generales y especiales.

La marca Spirax Sarco en válvulas de control:

- Selección

Proporcionando la válvula correcta a través de stocks y talleres locales.
- Calidad

Desde el diseño y fabricación hasta la correcta aplicación de la válvula.
- Fiabilidad

A través del diseño, intercambiabilidad de piezas y stocks locales de recambios.
- Servicio técnico y formación

Especialistas e ingenieros de ventas y servicio técnico.
- Excelente relación calidad/precio

Proporcionando todo lo relacionado anteriormente a precios competitivos.



La gama de válvulas de control

Válvulas aplicaciones generales



Control de temperatura autoaccionado

2 y 3 vías, globo

Modulante

DN15 a DN100
(½" a 4")

PN40



Control de presión autoaccionado

2 vías, globo

Modulante

DN15 a DN150
(½" a 3")

PN40



Serie PAV

Actuador de pistón, válvula de 2 vías

Todo/nada (On/Off)

DN15 a DN50
(½" a 2")

PN25



Serie M

Válvula de esfera

Todo/nada (On/Off)

DN8 a DN200
(¼" a 8")

PN63 y ANSI 300



SPIRA-TROL

2 vías, globo

Modulante
Todo/nada (On/Off)

DN15 a DN200
(½" a 8")

PN40 y ANSI 300



Serie Q

3 vías, globo

Mezcladora
Desviadora
Modulante
Todo/nada (On/Off)

DN15 a DN200
(½" a 8")

PN40



Serie C

2 vías globo

Modulante
Todo/nada (On/Off)

1" a 8"
(DN25 a DN200)

ANSI 600
(PN100)

Válvulas aplicaciones especiales



STERI-TROL

2 vías
paso angular y recto

Aplicaciones higiénicas
Modulante
Todo/nada (On/Off)

DN15 a DN100
(½" a 4")

PN16



Serie para sala de calderas

Lineal o rotativo

Purga de lodos
Purga de sales (TDS)
Agua alimentación

DN20 a DN65
(¾" a 2")

PN40 y ANSI 300



Serie para condiciones severas

2 vías globo
paso angular y recto

Modulante

DN15 a DN400
(½" a 16")
otros tamaños disponibles bajo pedido

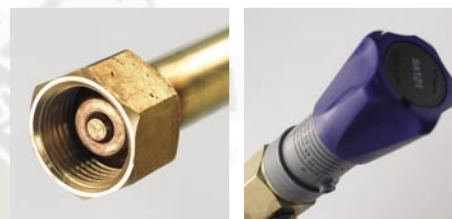
ANSI 4500
otros tamaños disponibles bajo pedido

Válvulas termostáticas autoaccionadas

Válvulas autoaccionadas para aplicaciones generales para el control de una amplia gama de fluidos industriales.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN15 a DN100 Roscas ½" a 3"
Tipos	2 vías y 3 vías, globo
Conexiones	Roscadas BSP y NPT Bridadas PN16, PN25, ANSI 150 y ANSI 300
Material del cuerpo	Hierro fundido Bronce Acero al carbono
Temperatura máxima	232°C (450°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40
Internos	2 vías equilibrado o sin equilibrado 3 vías pistón desviador o mezclador



Especificación del actuador

Tipos	Autooperado por expansión de líquido
Máxima presión diferencial	17,2 bar (249 psi)
Rango temperaturas consigna	de -20°C a +140°C (de -4°F a +338°F)
Alimentación	No requiere alimentación
Opciones	Diferentes rangos temperatura Longitud del capilar Dispositivo de seguridad automático Espaciador alta temperatura

Características

- Acción de control proporcional con alta rangeabilidad.
- No requiere alimentación externa.
- Operación intrínsecamente segura y en zonas clasificadas.
- Varias longitudes de capilar y diferentes combinaciones para poder adaptarse a una amplia gama de aplicaciones.
- Fácil y simple de instalar y poner en marcha.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'AUTOACCIONADAS'

Válvulas reductoras de presión autooperadas

Una gama completa de válvulas reductoras de presión autooperadas para uso con vapor y una amplia gama de líquidos y gases inertes.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN15 a DN150 Roscas ½" a 2"
Tipos	2 vías globo
Conexiones	Roscadas BSP y NPT Bridadas PN16, PN25 y PN40
Material del cuerpo	Bronce Fundición nodular Acero al carbono Acero inoxidable
Temperatura máxima	350°C (662°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40
Rango de presión de control	0,1 bar a 25 bar (1,45 psi a 343 psi)
Opciones	Control de temperatura y presión Accionamiento por electroválvula Asiento blando para cierre hermético



Características

- Control proporcional con alta rangeabilidad.
- Control preciso y constante bajo condiciones variables de carga.
- Control de presión y contrapresión, por separado o en combinación.
- Gran variedad de tamaños, materiales y conexiones para adecuarse a las necesidades de una amplia gama de aplicaciones.
- Fácil y simple de instalar y poner en marcha.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'REDUCTORAS'

Serie PAV

Una gama completa de válvulas todo/nada de pistón de dos vías para aislar el flujo de fluidos de servicio y procesos de manera automatizada.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN15 a DN50 Todas las demás conexiones ½" a 2"
Tipos	2 vías, asiento inclinado
Conexiones	Roscadas BSP y NPT Butt weld Socket weld Conexión sanitaria Bridadas ANSI 150 Bridadas PN16
Material del cuerpo	Bronce Acero inoxidable AISI 316L
Temperatura máxima	180°C (354°F)
Rango máximo de diseño del cuerpo	PN25
Internos	Apertura rápida Asiento blando en PTFE

Especificación del actuador

Tipos	Pistón
Máxima presión diferencial	20 bar (290 psi)
Acción	Resorte cierra o Resorte abre a falta de aire Bi-direccional (anti-golpes de ariete)
Alimentación	Aire comprimido: 10 bar (145 psi) máximo
Opciones	Electroválvulas (diferente alimentación) Caudal regulable Interruptor final de carrera



Características

- Servicio Todo/nada (On/Off).
- Cuerpo de acero inoxidable o bronce con asiento en ángulo y alta capacidad de flujo.
- Amplia gama de conexiones, incluyendo clamp sanitario para adecuarse a casi todas las necesidades del cliente.
- Construcción con asiento blando para proporcionar un alto nivel de aislamiento.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'PISTÓN'

Serie M

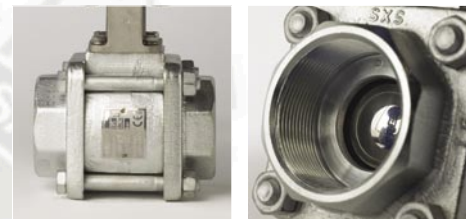
Una gama completa de válvulas de esfera de dos vías para aislar de manera automatizada el flujo de fluidos de servicio y procesos.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN8 a DN200 Todas las demás conexiones de ¼" a 2½"
Tipos	Paso total o reducido construcción de 1 pieza o 3 piezas
Conexiones	Roscadas NPT y BSP Butt weld Socket weld Conexión sanitaria Bridadas PN16, PN40, ANSI 150 y ANSI 300
Material del cuerpo	Acero al carbono Acero inoxidable
Temperatura máxima	315°C (600°F)
Rango máximo de diseño del cuerpo	PN63 y ANSI 300
Internos	Modificado equiporcencial

Especificación del actuador

Tipos	Doble efecto y simple efecto
Máxima presión diferencial	Estándar 20 bar (290 psi) Presiones superiores disponibles bajo pedido
Acción	Resorte cierra o resorte abre a falta de aire
Alimentación	Aire comprimido: de 4 a 10 bar (58 a 145 psi) Eléctrica: 24 V ca, 110 V ca y 240 V ca
Opciones	Accionamiento mediante electroválvula Diversas opciones de interruptor de fin de carrera y potenciómetro de realimentación



Características

- Cumplen con la ISO 5208, rate 3 (sin fugas visibles).
- Diseño a prueba de fuego "Firesafe".
- Diseño antiestático.
- Actuadores neumáticos y eléctricos con montaje ISO.
- Gama de dispositivos interfaz industrial para accionamiento remoto y realimentación.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

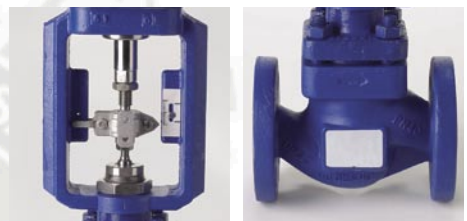
Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'ESFERA'

SPIRA-TROL

Servicio general, diseño modular, válvula de control de globo con diseño y materiales compatibles EN y ANSI.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN15 a DN100 (tamaños superiores disponibles bajo pedido) Roscas y socket weld de ½" a 2"
Tipos	2 vías globo
Conexiones	Roscas BSP y NPT Socket weld Bridadas PN16, PN25, PN40 ANSI 125, ANSI 150, ANSI 300 JIS 10 y JIS 20 KS 10 y KS 20
Material del cuerpo	Hierro fundido Fundición nodular Acero al carbono Acero inoxidable
Temperatura máxima	400°C (752°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40 y ANSI 300
Internos	Características de flujo Equi %, lineal y apertura rápida Pasos reducidos Bajo ruido



Especificación del actuador

Tipos	Neumático Eléctrico
Máxima presión diferencial	40 bar (580 psi)
Acción	Resorte cierra o resorte abre a falta de alimentación eléctrica o neumática
Alimentación	Aire comprimido: 4,5 bar (65 psi) Eléctrica: 24 V ca, 110 V ca y 240 V ca
Opciones	Volante Todos los dispositivos industriales de interfaz para control

Características

- Gran variedad de materiales del cuerpo, sellado de vástago, opciones de internos para adaptarse a las necesidades de una amplia gama de aplicaciones.
- Diseño modular asiento pinzado por jaula para facilitar el mantenimiento
- Accionado por actuador eléctrico o neumático.
- Para uso en todo tipo de industrias para aplicaciones de baja y media presión.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'SPIRA-TROL'

Serie Q

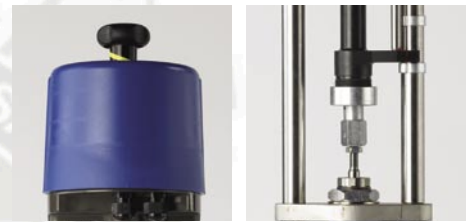
Válvula de control de 3 vías, normativa EN, con opciones de bridas ANSI, adecuada para el uso en sistemas de líquidos para calentamiento o refrigeración, incluyendo aceite térmico y control de contaminación de condensado.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN15 a DN200 (½" a 8")
Tipos	3 vías globo
Conexiones	Bridadas PN16, PN25 y PN40
Material del cuerpo	Hierro fundido Fundición nodular Acero al carbono Acero inoxidable
Temperatura máxima	400°C (752°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40
Internos	Lineal, mezcladora o desviadora

Especificación del actuador

Tipos	Neumático Eléctrico
Máxima presión diferencial	40 bar (580 psi)
Acción	Resorte cierra o resorte abre a falta de alimentación eléctrica o neumática
Alimentación	Aire comprimido: 4.5 bar (65 psi) Eléctrica: 24 V ca, 110 V ca y 240 V ca
Opciones	Volante para accionamiento manual Todos los dispositivos industriales de interfaz para control



Características

- Para aplicaciones mezcladoras o desviadoras.
- Gran variedad de materiales del cuerpo y sellado de vástago para adaptarse a las necesidades de una amplia gama de aplicaciones..
- Accionado por atuador eléctrico o neumático.
- Todos los dispositivos industriales de interfaz.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'QL'

Serie C

Válvulas de control de 2 vías con diseño obturador guiado por jaula, diseñadas según ANSI B 16.34, para aplicaciones severas con erosión, ruido y/o cavitación

Especificación de la válvula

Tamaños	1" a 8" (DN25 a DN200)
Tipos	2 vías globo
Conexiones	Preparado para soldar Butt Weld Preparado para soldar Socket Weld Juntas RTJ Bridadas ANSI 150, ANSI 300 y ANSI 600 PN16, PN25, PN63 y PN100
Material del cuerpo	Acero al carbono WCB Acero inoxidable CF8M Aleación de acero WC6
Temperatura máxima	1004°C (540°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	ANSI 600 (PN100)
Internos	Obturador sin equilibrar o equilibrado Características de flujo equi %, lineal y apertura rápida Pasos reducidos Control de cavitación Control de ruido

Especificación del actuador

Tipos	Eléctrico, neumático de un solo resorte
Máxima presión diferencial	1 494 psi (103 bar)
Acción	Resorte abre o cierra a falta de aire
Presión accionamiento	Aire comprimido: Cierra a falta de aire 79,8 psi (5,5 bar) Abre a falta de aire 43,5 psi (3 bar)
Opciones	Volante para accionamiento manual Todos los dispositivos industriales de interfaz para control

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'JAULA'



Características

- Diseñado según ANSI B 16.34.
- Guía por jaula para un control excelente con presiones diferenciales altas y facilidad en el mantenimiento.
- Gran variedad de materiales del cuerpo, sellado de vástago, opciones de internos para adaptarse a las necesidades de una amplia gama de aplicaciones.
- Asiento pinzado por jaula para facilitar el mantenimiento.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

STERI-TROL

Válvulas de control de 2 vías para aplicaciones higiénicas.

Especificación de la válvula

Tamaños	DN15 a DN100 (½" a 4")
Tipos	2 vías, configuración de paso recto o angular
Conexiones	Conexión sanitaria Soldadura de tubo Roscas rosca aséptica BSP y NPT Bridadas
Material del cuerpo	Acero inoxidable AISI 316L
Temperatura máxima	250°C (482°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	PN16
Internos	Características de flujo equi %, lineal y apertura rápida Asiento blando opcional Kvs reducidos y microflujo

Especificación del actuador

Tipos	Neumático
Máxima presión diferencial	16 bar (232 psi)
Acción	Resorte cierra a falta de aire Resorte abre a falta de aire
Alimentación	Aire comprimido: 4,5 bar (psi)
Opciones	Volante Actuador pintado, niquelado y en acero inoxidable Todos los dispositivos industriales de interfaz para control



Características

- Configuración de cuerpo de paso recto o angular.
- Válvula y actuador en acero inoxidable.
- Sin zonas muertas.
- Diseño con autodrenaje.
- Fácil mantenimiento en línea.
- Acabado interno estándar de 0,4 micras.
- Certificado estándar de rugosidad de superficie EN 10204 3.1.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

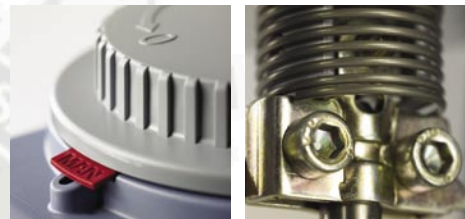
Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'STERI-TROL'

Serie para sala de calderas

Una gama de válvulas de control diseñadas específicamente para aplicaciones de control en calderas.

Especificación de la válvula

Tamaños	Bridadas DN20 a DN65 Roscas ¾" a 2"
Tipos	2 vías lineal 2 vías rotativa
Conexiones	Bridadas PN40 y ANSI 300 Roscas BSP y NPT
Material del cuerpo	Acero al carbono
Temperatura máxima	239°C (462°F)
Condiciones de diseño del cuerpo	PN40 y ANSI 300
Obturador	Cono Bola



Especificación del actuador

Tipos	Neumático lineal Neumático rotativo Eléctrico lineal
Máxima presión diferencial	32 bar (464 psi)
Acción	Cierra a falta de alimentación
Alimentación	Aire comprimido: 10 bar (145 psi) Eléctrica: 24 V ca, 110 V ca y 240 V ca 50/60 Hz
Opciones	Válvula con llave para accionamiento manual Dispositivos de interfaz

Características

- Válvulas de control de agua de alimentación a caldera.
- Válvulas de purga de caldera.
- Válvulas de control de TDS.
- Obturador en cono o bola desarrollado específicamente para asegurar un control y cierre excelente en aplicaciones con sólidos en suspensión.
- Llave para accionamiento manual.
- Parte de un sistema completo para sala de calderas.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de nuestro sitio web usando la palabra clave 'FONDO'

Serie condiciones severas

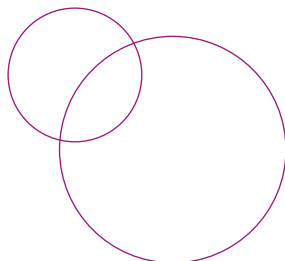
Una válvula de control de globo o en ángulo de 2 vías y 3 vías para aplicaciones severas. Incorpora un disco disipador de energía, cada válvula se diseña específicamente para la aplicación del cliente.

Especificación de la válvula

Tamaños	De ½" a 16" (DN15 a DN400) otros tamaños disponibles bajo pedido
Tipos	2 vías y 3 vías globo, Paso recto y angular
Conexiones	Según especificaciones del cliente
Material del cuerpo	Acero al carbono Acero inoxidable (otros materiales disponibles bajo pedido)
Temperatura máxima	Según especificaciones del cliente
Condiciones de diseño del cuerpo	ANSI 4500, (superiores disponibles bajo pedido)
Internos	Disco disipador de energía, ZZ, sin equilibrar, presión equilibrada

Especificación del actuador

Tipos	Pistón neumático
Máxima presión diferencial	Según especificaciones del cliente
Acción	Doble efecto o simple efecto Abre a falta de suministro o cierra a falta de suministro
Alimentación	Aire comprimido: 10 bar (150 psi) Eléctrica: Una y tres fases
Opciones	Todos los dispositivos industriales de interfaz para control



Características

- Diseño del cuerpo globo, angular y paso recto.
- Disco disipador de energía específico para condiciones severas.
- Discos de fácil fijación y limpiables, para un mantenimiento sencillo y rápido.
- Opciones de bridas fijas o separables.
- Actuador de pistón de gran fuerza y tamaño/peso con un control preciso.
- Con el soporte de ingenieros experimentados en el diseño de aplicaciones.

Para más información técnica, usar la Búsqueda de la web corporativa usando las palabras clave 'SEVERE SERVICE'



Nuestro compromiso

Fabricación y calidad

Los controles de Spirax Sarco están diseñados y fabricados por Spirax Sarco en una de sus 12 plantas de fabricación ubicadas alrededor del mundo. También tenemos instalaciones especializadas para poder construir soluciones compactas de alto rendimiento en forma de kits, a la medida de sus necesidades específicas.

Todas las instalaciones de Spirax Sarco emplean la última tecnología y buenas prácticas en la fabricación, para asegurar que tenemos el control directo de la calidad de nuestros productos y servicios.

Montaje profesional

El montaje está automatizado, el testeo computerizado y cada producto o sistema de control lo ajusta personal experimentado para asegurar constantemente una alta calidad. Por ejemplo a cada válvula de control de Spirax Sarco se le realiza una prueba hidráulica computerizada a 1,5 veces el rango nominal de la válvula, y se comprueba que la hermeticidad cumple con la clase indicada. Más de 100 comprobaciones diferentes se realizan en un conjunto de válvula de control antes de su envío.

Programa de dimensionado y selección

La sección correcta de un producto y el diseño del sistema es imprescindible para conseguir un buen rendimiento y larga vida útil. Dependiendo de las condiciones de proceso, esto puede ser una decisión compleja.

Para que nuestros ingenieros puedan tomar estas decisiones de manera rápida y fiable, Spirax Sarco ha desarrollado su propio programa informático para que consiga el mayor beneficio de su inversión.

Dispositivos para ruidos y cavitación

Algunas aplicaciones de reducción de presión requieren un trato específico que no se puede tratar en la válvula de control usando partes internas estándar. En esos casos existen dos opciones:

- Se puede usar un dispositivo externo para reducir el ruido hasta un nivel aceptable o eliminar la aparición de cavitación. Normalmente, esto se consigue usando silenciadores o placas multiorificio, dependiendo de la gravedad de la situación.
- Como alternativa la solución puede estar en usar una válvula de control para condiciones severas, con un disco disipador de energía.

Spirax Sarco colaborará con usted para asegurar que le entreguemos la mejor solución en relación al diseño y precio para su propia conveniencia.

Documentación

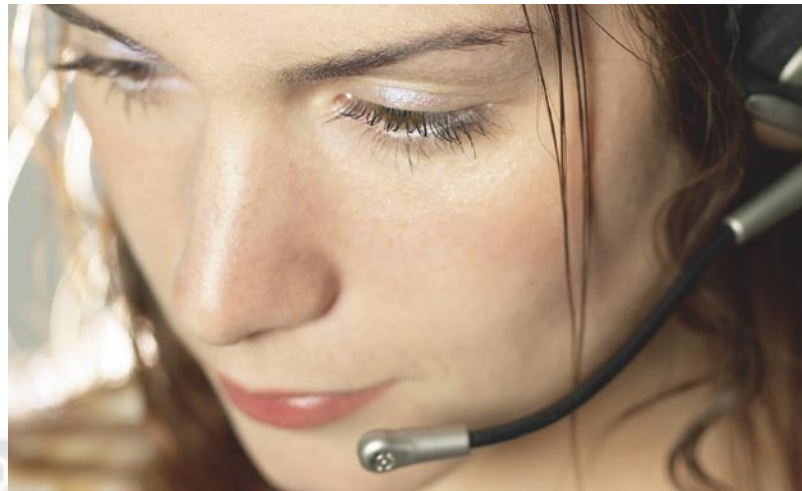
Spirax Sarco tiene la acreditación ISO y cumple con todas las principales normas, como PED, NACE, ATEX y Registro de Lloyds.

Los sistemas de calidad, requisitos de salud e higiene, necesidades de las aseguradoras, políticas medioambientales y el riesgo creciente de litigios, han hecho que aumente la cantidad de documentación necesaria para respaldar nuestros productos y servicios.

Spirax Sarco entiende esta necesidad y proporciona la documentación requerida para cada situación del cliente, desde los certificados simples de conformidad hasta dossiers completos de documentación de la fabricación.

Stocks y talleres locales

La certeza de la entrega y una respuesta rápida frente a los cambios en el último minuto a menudo son la clave para la implementación exitosa de un proyecto. Para poder encajar con los requisitos de entrega de los clientes, localmente Spirax Sarco tiene stocks y talleres para ajustar los equipos de control en cada una de sus compañías en todo el mundo, y a través de su red de distribución y asociados de servicio técnico.



Altos niveles de servicio personal

Nuestro personal altamente dedicado y con un nivel alto de formación tiene los mayores conocimientos de la industria. Además con más de 800 ingenieros de ventas directos alrededor del mundo, especialistas en control en 32 países y una red de servicios técnicos aprobados para la reparación de válvulas, puede estar seguro que está recibiendo el servicio con la más alta calidad.

Spirax Sarco, un proveedor en el que puede confiar

- Spirax Sarco diseña y fabrica según las normas internacionales
- Empleando lo último en tecnología y buenas prácticas
- Pruebas e inspección al 100% antes del envío
- Documentación completa
- Stocks y talleres locales
- Una red mundial de 800 ingenieros de ventas atendiendo personalmente a clientes
- Especialistas en controles en 32 países
- Red mundial de ingenieros formados para servicio directo y asociados de servicio técnico



Compañías del grupo

Africa

Sudáfrica

América

Argentina
Brasil
Canadá
México
Estados Unidos

Asia

China
India
Japón
Corea
Malasia
Singapur
Taiwán
Tailandia

Oceanía

Australia
Nueva Zelanda

Europa

Austria
Bélgica
Rep. Checa/Esllovaca
Dinamarca
Finlandia
Francia
Alemania
Italia
Noruega
Polonia
Portugal
Rusia
España
Suecia
Suiza
Reino Unido

África

Egipto
Kenia
Nigeria

América

Colombia
Venezuela

Asia

Hong Kong
Indonesia
Pakistán
Filipinas
Vietnam

Europa

Austria
Hungría
Irlanda

Oriente Medio

Emiratos Árabes Unidos

Distribuidores

África

Argelia
Camerún
Etiopía
Ghana
Costa de Marfil
Libia
Malawi
Mauricio
Marruecos
Namibia
Senegal
Sudán
Tanzania
Túnez
Uganda
Zambia
Zimbabwe

América

Bolivia
Chile
Colombia
Costa Rica
Rep. Dominicana
Ecuador
El Salvador
Guatemala
Honduras
Jamaica
Nicaragua
Panamá
Paraguay
Perú
Trinidad
Uruguay
Venezuela

Asia

Bangladesh

Oceanía

Fiji

Europa

Bulgaria
Croacia
Chipre
Estonia
Grecia
Islandia
Latvia
Lituania
Malta
Holanda
Rumania
Serbia y Montenegro
Eslovenia
Turquía

Oriente Medio

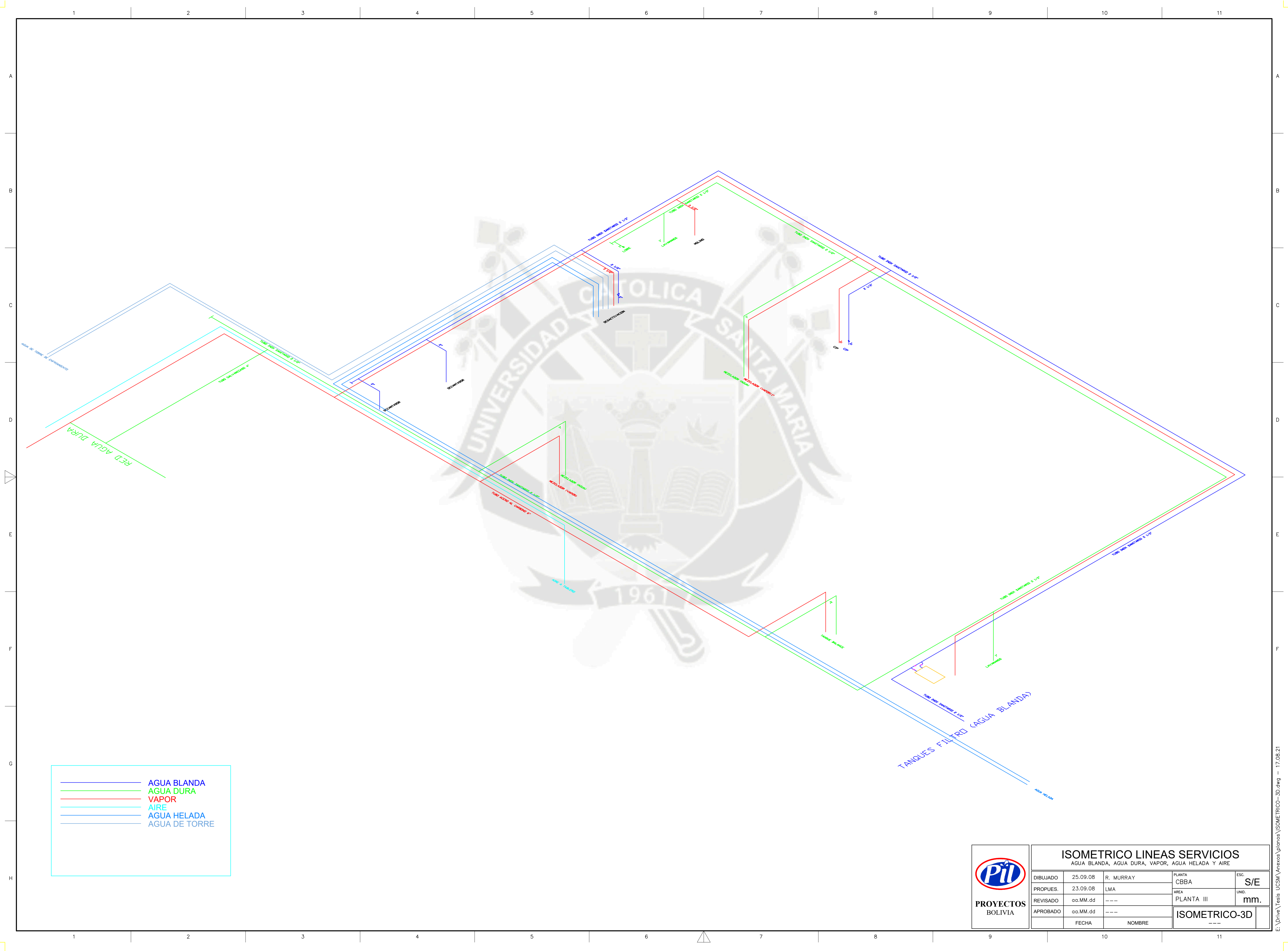
Bahrein
Irán
Jordania
Kuwait
Líbano
Omán
Qatar
Arabia Saudita
Siria



Algunos productos pueden no estar disponibles en ciertos mercados.

SPIRAX SARCO S. A.
SANT JOSEP 130
08980 SANT FELIU DE LLOBREGAT
BARCELONA, ESPAÑA
t: (+34) 936 857 929
f: (+34) 936 857 011
SpiraxSarco@es.SpiraxSarco.com
www.SpiraxSarco.com/es

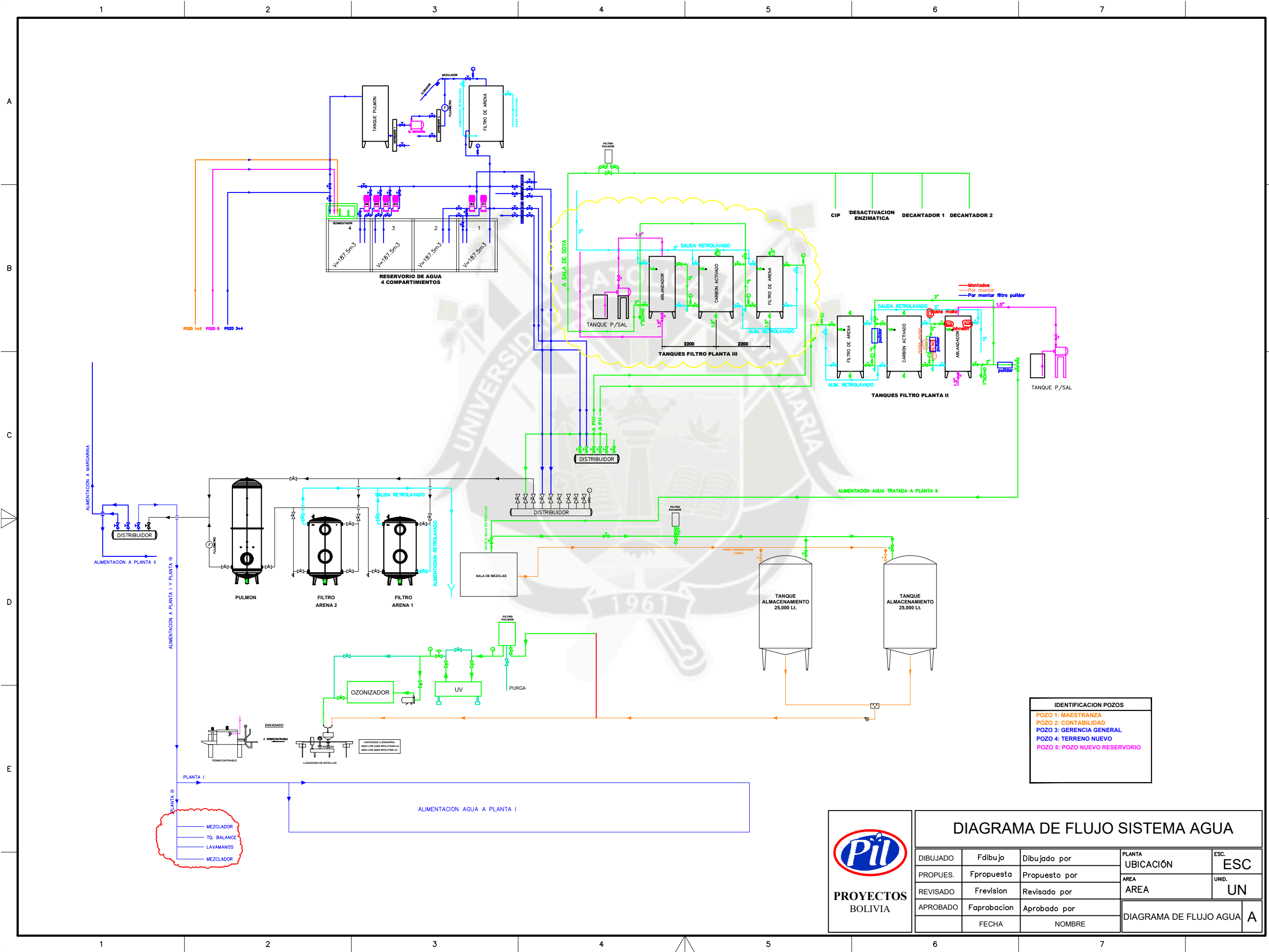
spirax
/sarco



	AGUA BLANDA
	AGUA DURA
	VAPOR
	AIRE
	AGUA HELADA
	AGUA DE TORRE

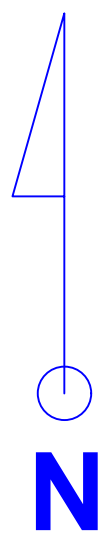
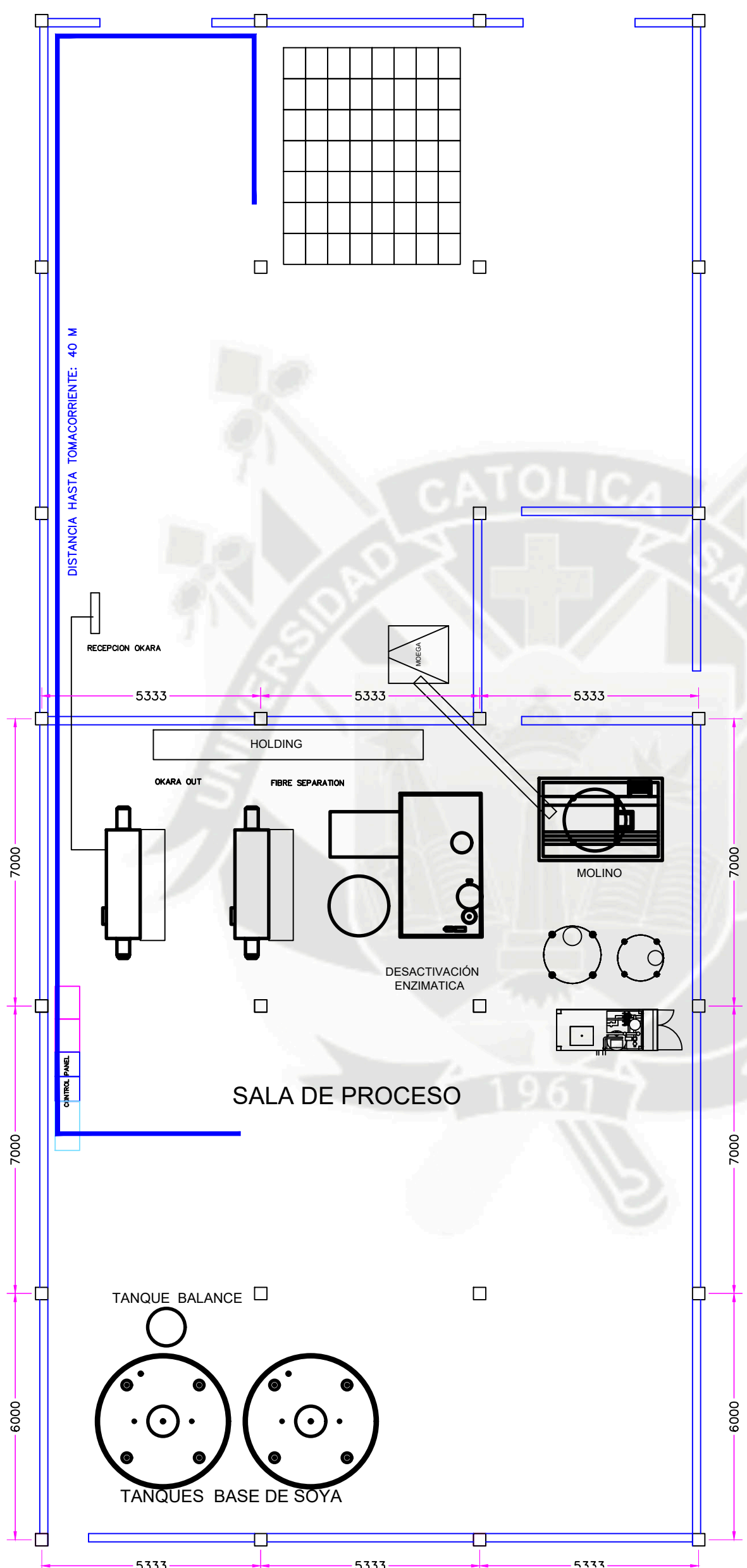


ISOMETRICO LINEAS SERVICIOS				
AGUA BLANDA, AGUA DURA, VAPOR, AGUA HELADA Y AIRE				
DIBUJADO	25.09.08	R. MURRAY	PLANTA	CBBA
PROPUESTO	23.09.08	LMA	AREA	PLANTA III
REVISADO	aa.MM.dd	---	UNID.	mm.
APROBADO	aa.MM.dd	---	ISOMETRICO-3D	
FECHA	NOMBRE		---	



1 2 3 4 5

A
B
C
D
E
F
G

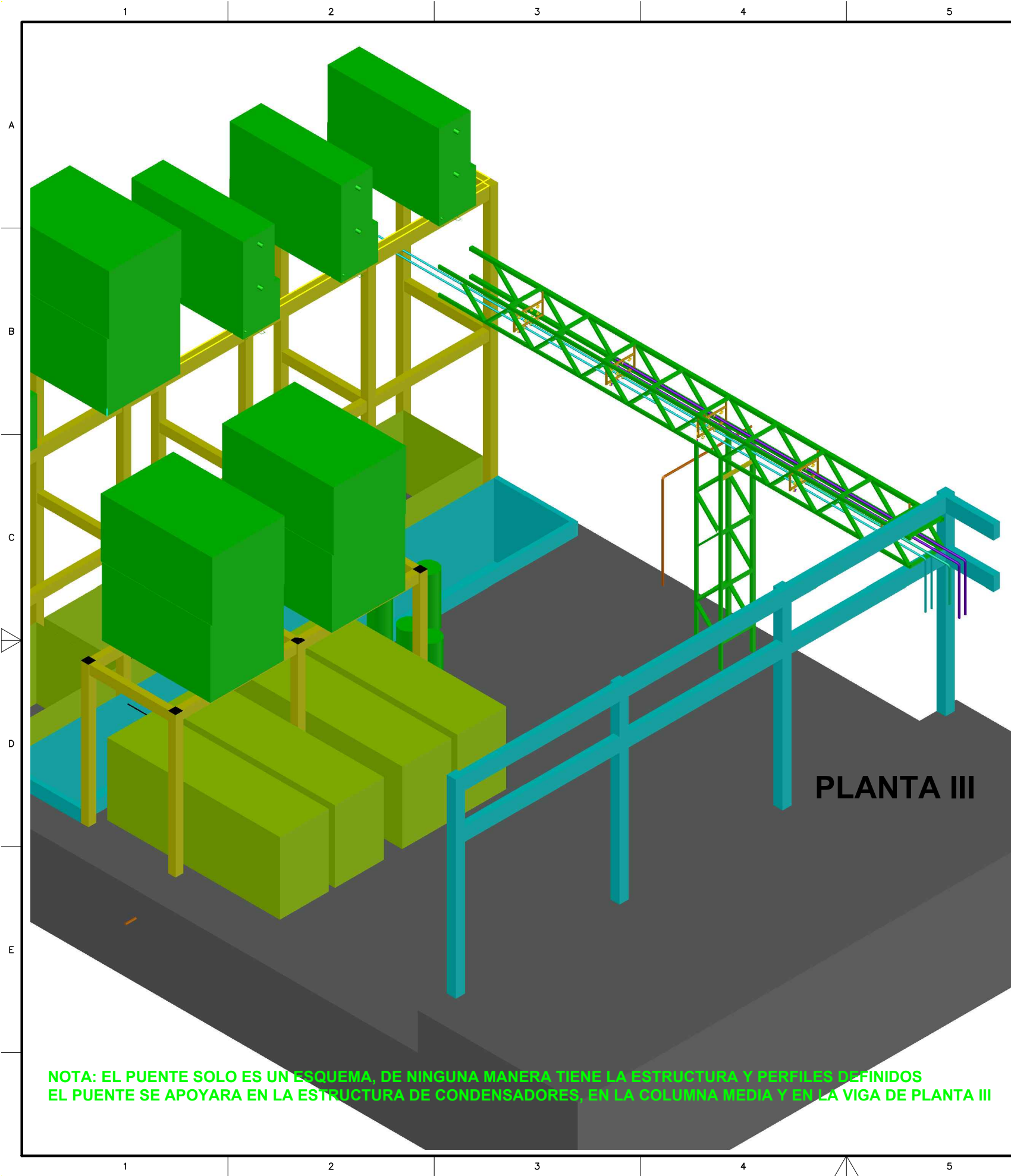


SALA DE PROCESO



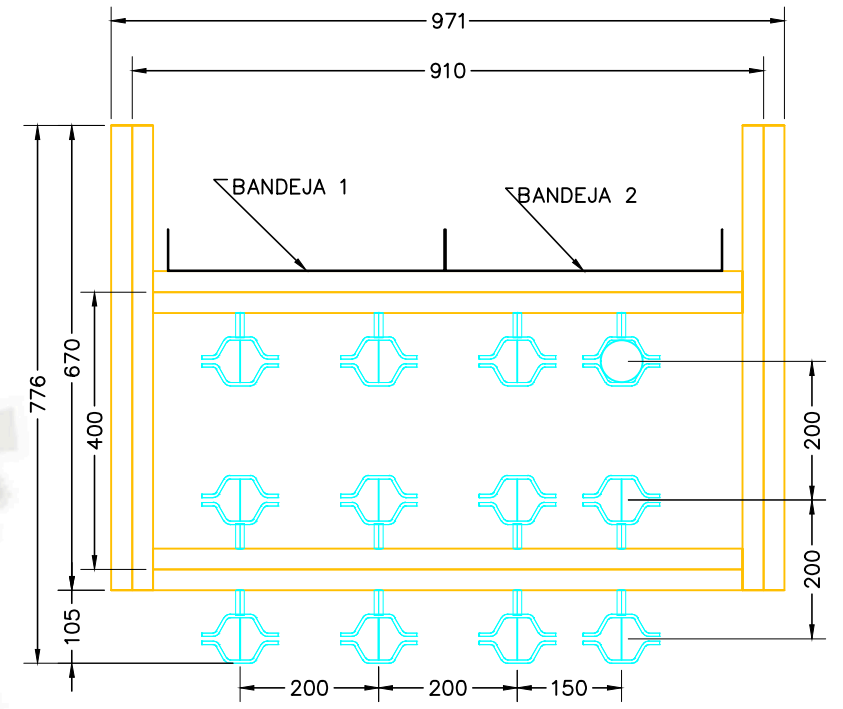
LAYOUT PLANTA III				
DIBUJADO	23.06.17	R.MURRAY	PLANTA	ESC.
PROPUES.	aa.MM.dd	---	CBBA	1:100
REVISADO	23.06.17	D. MELENDRES	AREA	UNID.
APROBADO	aa.MM.dd	---	PLANTA SOYA	mm.
FECHA		NOMBRE	08-LAYOUT PLANTA	

1 2 3 4 5



NOTA: EL PUENTE SOLO ES UN ESQUEMA, DE NINGUNA MANERA TIENE LA ESTRUCTURA Y PERFILES DEFINIDOS
 EL PUENTE SE APOYARA EN LA ESTRUCTURA DE CONDENSADORES, EN LA COLUMNA MEDIA Y EN LA VIGA DE PLANTA III

SOPORTE ESC. 1:10



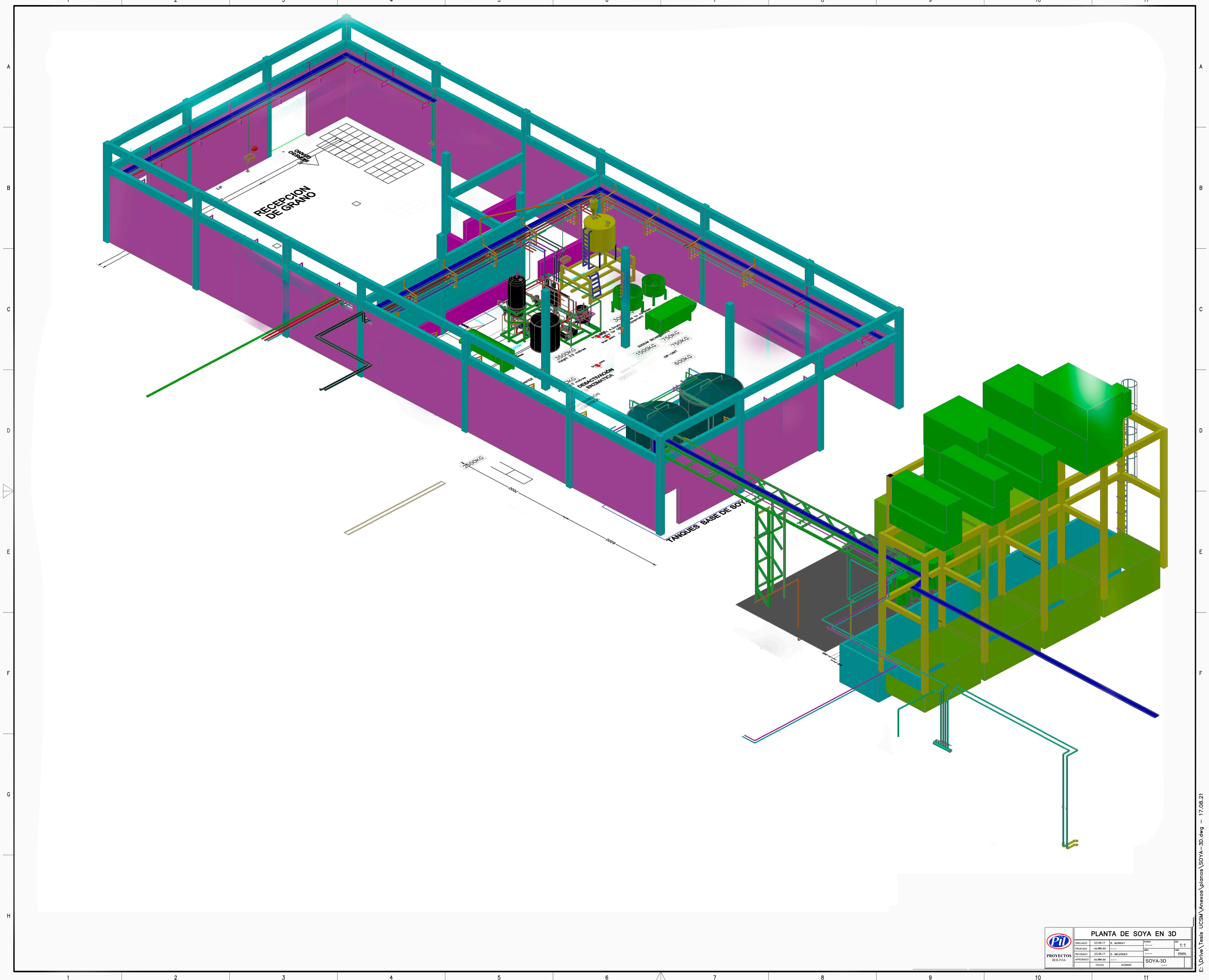
PESO TUBO CON LIQUIDO: 15 KG/M
 CANTIDAD POSIBLE DE TUBOS: 12
 PESO 1 BANDEJA ELECTRICA: 40 KG/M
 CANTIDAD DE BANDEJAS: 2

CARACTERISTICAS

TODOS LOS SOPORTES CON TUBO DE 2" SCH 40
 LOS SOPORTES IRAN CADA 3M
 LONGITUD DEL PUENTE: 15 M
 COLUMNA DEL PUENTE: A 6 M DE LA PLANTA III

	PUENTE			
	UBICACION ENTRE SERVICIOS Y PLANTA III			
	DIBUJADO	23.06.17	R. MURRAY	PLANTA CBBA
	PROPUESTA	aa.MM.dd	---	IND.
	REVISADO	23.06.17	D. MELENDES	AREA SERVICIOS
APROBADO	aa.MM.dd	---	mm.	
	FECHA	NOMBRE	PUENTE	

E:\Drive\Tesis UCSM\Anexos\planos\PUENTE.dwg - 17.08.21



RECEPCION DE GRANO

TANQUES BASE DE SOYA

5500KG
15000KG
7500KG
7500KG
8000KG
5000KG
15000KG
7500KG
7500KG
8000KG

PLANTA DE SOYA EN 3D					
PROYECTOS	23.06.17	R. MURRAY	1:1		
PROYECTOS	06.MI.06				
REVISADO	23.06.17	D. MELNDES			
PROYECTOS	06.MI.06				
FECHA		NOMBRE	SOYA-3D		

PLANTA III

PLANTA III

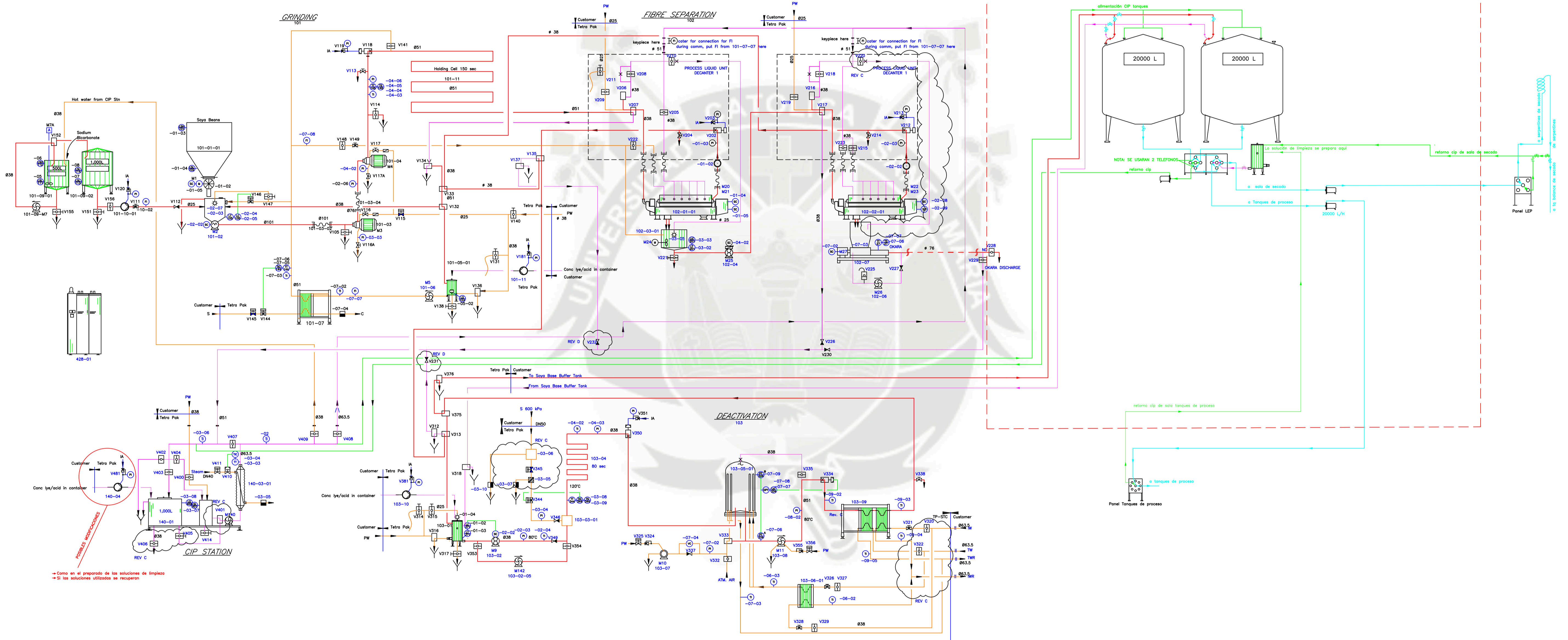
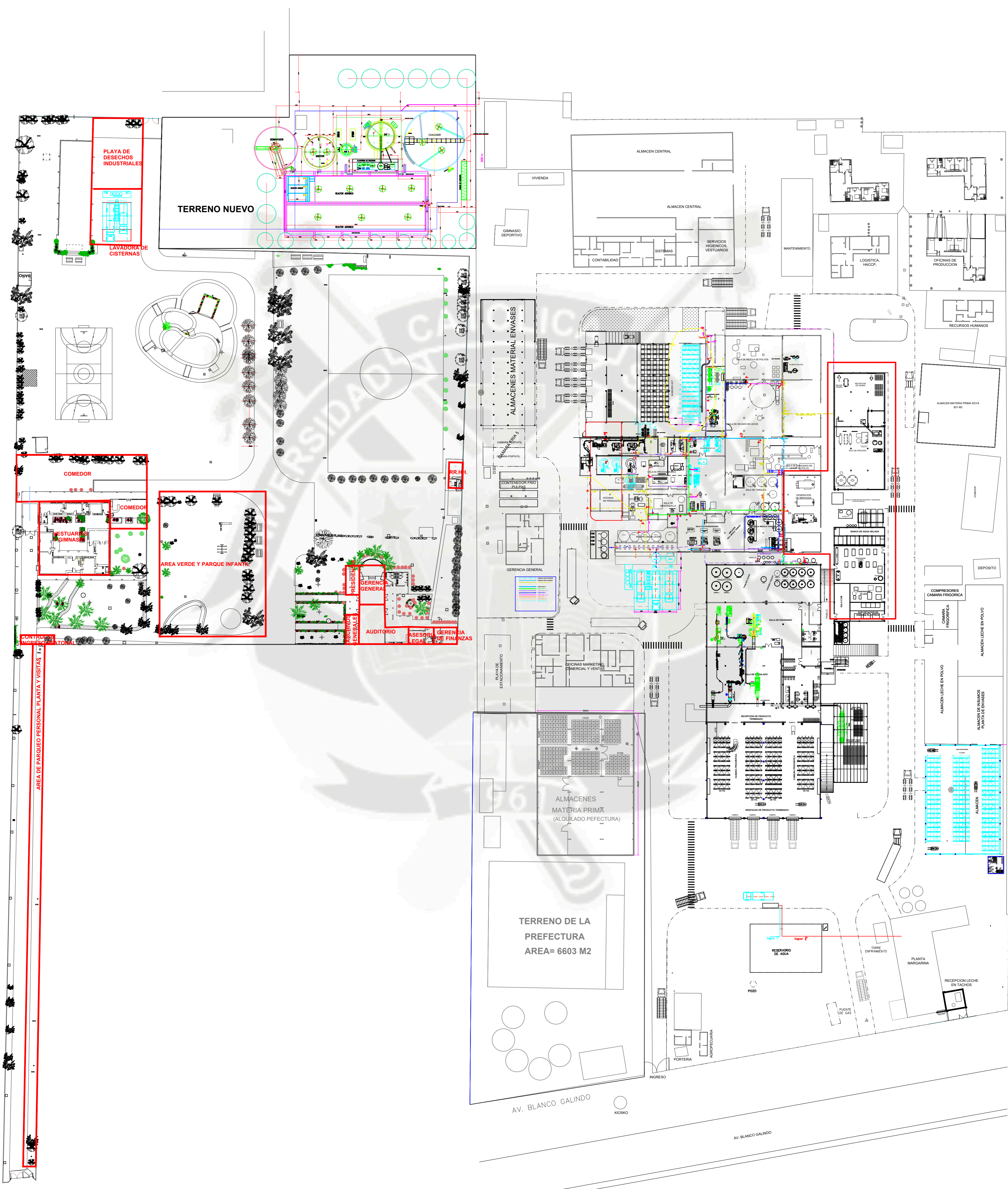


DIAGRAMA DE FLUJO - PLANTA DE SOYA				
DIBUJADO	23.06.17	R. MURRAY	PLANTA	ESC.
PROYECTOS	AA.MM.DD		UBICACION	UN
REVISADO	23.06.17	D. MELENDES	AREA	UN
APROBADO	AA.MM.DD		FLUJO-SOYA+ TQS PULMON	A
FECHA		NOMBRE		

E:\Dna\TSS FINAL\ym\Test Real Murray\Flevo\Planta\Flujo-Soya\TQS PULMON.dwg - 17.08.21



LAYOUT GENERAL PLANTA PIL CBBA				
INCLUYE TERRENO NUEVO				
	DIBUJADO	20.08.05	OF PROYECTOS	PLANTA CBBA
	PROPIOS	20.08.05	OF PROYECTOS	AREA
	REVISADO	09.MM.05	---	GENERAL
	APROBADO	09.MM.05	---	GENERAL
FECHA	NOMBRE		LAYOUT PIL CBA OCT 2008	