



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA PARA MEJORAR EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE
POLLO BB, EMPRESA TÉCNICA AVÍCOLA”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECÁNICO

AUTOR:

EDWIN ABELARDO CHEMPÉN TORRES

ASESOR:

MG. DECIDERIO ENRIQUE DÍAZ RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

CHICLAYO – PERÚ

2018

ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 7:30 horas del día 03 de noviembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N° 2601-2018-UCV-CH, de fecha 24 de octubre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "REDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA MEJORAR EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLO BB, EMPRESA TÉCNICA AVÍCOLA", presentado por el(la) (los) bachiller CHEMPÉN TORRES, EDWIN ABELARDO, con la finalidad de obtener el título de ingeniero mecánico, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Sirlopu Gálvez Edwin
Secretario : Ing. Vives Garnique Juan Carlos
Vocal : Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 8:30 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 03 de noviembre de 2018

Ing. Sirlopu Gálvez Edwin
Presidente

Ing. Vives Garnique Juan Carlos
Secretario

Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique
Vocal

DEDICATORIA

Con mucho cariño y eterna gratitud a mis padres
María Elena Torres Enríquez y Félix Chempén
Valle, quienes con todo amor me brindaron su apoyo
incondicional.

El autor

AGRADECIMIENTO

A los ingenieros Sirlopú Gálvez Edwin y Vives Garnique Juan Carlos, quienes, en calidad de asesores, me brindaron todo su apoyo para la culminación de la presente tesis.

A todos los docentes de la facultad de ingeniería mecánica y compañeros, por los consejos y apoyo en la culminación de mi carrera profesional.

El autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

YO, **Edwin Abelardo Chempen Torres** de la escuela de ingeniería mecánica, de la Universidad Cesar Vallejo, Sede Chiclayo; declaro que el trabajo académico titulado: "Redimensionamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua para mejorar el Proceso de incubación de Pollo BB, Empresa Técnica Avícola", presentado para la obtención del título profesional de Ingeniería Mecánica es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinen el procedimiento disciplinario.

Chiclayo, 14 de setiembre de 2018



Edwin Abelardo Chempen Torres

DNI: 43362718

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Título de la Universidad César Vallejo presento antes ustedes la Tesis titulada **“Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB, Empresa Técnica Avícola”**

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico.

Chempén Torres Edwin Abelardo

Índice

ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACION.....	vi
INDICE.....	vii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1 INTRODUCCIÓN.....	19
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	19
1.1.1 Realidad Problemática Internacional.....	19
1.1.2 Realidad Problemática Nacional.....	25
1.1.3 Realidad Problemática Local.....	28
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	30
1.2.1 A Nivel Internacional.....	30
Solano (p.152) en sus conclusiones nos dice que:.....	30
1.2.2 A Nivel Nacional.....	31
En la misma tesis De la Cruz (p.189) llega a las siguientes conclusiones:.....	32
1.2.3 A Nivel Local.....	33
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	34
1.3.1 PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLO BB.....	34
1.3.2 MANEJO DE INCUBADORAS.....	34
Factores de Control:.....	38
Flujo de Aire:.....	38
Control de Temperatura:.....	40
Control de Humedad Relativa:.....	40
Control de CO2:.....	41
1.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS.....	43
1.3.4 DÍAMETRO OPTIMO DE CONDUCCIÓN.....	44
1.3.5 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS.....	45
Coefficiente de Fricción:.....	46
Caída de Presión en Tuberías:.....	47
1.3.6 CÁLCULO DE BOMBAS.....	47
Bombas centrífugas, muy extendidas:.....	47

Bombas de desplazamiento positivo:	48
Altura total de aspiración:	48
Altura total de impulsión:	48
Carga neta positiva de aspiración:	48
1.3.7 SELECCIÓN DE BOMBAS	49
1.4 FORMULACIÓN DE PROBLEMA	50
1.4.1 Delimitación de la Investigación.	50
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	51
1.5.1 Justificación Tecnológica.....	51
1.5.2 Justificación Ambiental	52
1.5.3 Justificación Económica	52
1.5.4 Justificación Social	53
1.6 HIPÓTESIS	53
1.7 OBJETIVOS	53
1.7.2. Objetivos Específicos.....	53
2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	54
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	54
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	55
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	56
2.6 ASPECTOS ÉTICOS	57
3 RESULTADOS	58
3.1. Diagnóstico Inicial	58
3.1.1. Diagnóstico de resultados del proceso de incubación.....	58
3.1.2. Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua	60
3.1.3. Caja Negra y matriz morfológica.....	62
Matriz Morfológica de Mejorar Presión de Agua.	63
Matriz Morfológica de Rediseñar el sistema de alimentación de agua a máquinas.	63
Criterios de Evaluación:	64
RESULTADOS DE EVALUACIÓN.....	64
3.2. Redimensionamiento del sistema de tuberías que abastece a las máquinas incubadoras. 65	
3.2.1. Dimensionamiento del diámetro de las tuberías:	70
3.2.1.2. Redes de tuberías I-J, K-L, M-N y O-P:.....	73
3.2.2. Aislamiento térmico de las tuberías de agua fría	76
3.2.2.1. Aislamiento térmico a las tuberías M-N y O-P:	76

3.2.2.1.1.	Análisis en tuberías M-N y O-P sin aislamiento:	76
d)	Temperatura de la superficie exterior de la tubería:	80
3.2.2.1.2.	Análisis en tuberías M-N y O-P con aislamiento:	82
a)	Calor por unidad de longitud con aislamiento térmico:	82
b)	Conductibilidad térmica del aislante:	83
d)	Espesor del aislante térmico:	84
e)	Número de fardos:	84
f)	El número de fardos a emplear en los tramos M-N y O.P:	84
3.2.2.2.	Aislamiento térmico a las tuberías Q-R:.....	86
3.2.2.2.1.	Análisis en tubería Q-R sin aislamiento:	86
d)	Temperatura de la superficie exterior de la tubería:.....	93
3.2.2.2.2.	Análisis en tubería con aislamiento Q-R:.....	93
a)	Calor por unidad de longitud con aislamiento térmico:.....	95
b)	Conductibilidad térmica del aislante:	95
d)	Espesor del aislante térmico:	96
e)	Número de fardos:	96
f)	El número de fardos a emplear en el tramo Q-R:	97
3.3.	Dimensionamiento y selección de bombas hidráulicas y motores eléctricos para el transporte de agua a las incubadoras y calibre de los conductores eléctricos	91
a)	Pérdidas hidráulicas:	91
•	Numero de Reynolds:	92
b)	Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:	93
c)	Selección de la bomba hidráulica (09):.....	95
f)	Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (09):.....	99
3.3.1.2.	Bomba hidráulica y motor eléctrico (05), (06), (07) y (08):.....	100
a)	Pérdidas hidráulicas:	101
•	Numero de Reynolds:	101
b)	Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:	104
c)	Selección de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08):.....	104
f)	Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08):.....	107
3.3.1.3.	Bomba hidráulica y motor eléctrico (03):.....	109
a)	Pérdidas hidráulicas:	109
•	Numero de Reynolds:	110
b)	Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:	112
c)	Selección de la bomba hidráulica (03):.....	114
d)	Análisis de cavitación de la bomba hidráulica (03):.....	115

f)	Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (03):.....	113
3.3.1.4.	Bomba hidráulica y motor eléctrico (01), (02) y (04):	114
a)	Pérdidas hidráulicas:	115
•	Numero de Reynolds:	115
b)	Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:	117
c)	Selección de la bomba hidráulica (01), (02) y (04):	117
d)	Análisis de cavitación de la bomba hidráulica (01), (02) y (04):.....	119
f)	Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (01), (02) y (04):	120
3.3.2.	Dimensionamiento y selección de los conductores eléctricos	121
3.3.2.1.	Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (09):	121
b)	Corriente nominal:	121
3.3.2.2.	Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (05), (06), (07) y (08):	123
b)	Corriente nominal:	123
3.3.2.3.	Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (03):	124
b)	Corriente nominal:	125
3.3.2.4.	Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (01), (02) y (04):.....	126
b)	Corriente nominal:	126
3.4.	Diseño del tanque hidroneumático	12
b)	Condiciones de operación del tanque cilíndrico vertical:.....	13
-	Espesor del cuerpo:	133
-	Espesor de pared de las tapas semielípticas:.....	135
g)	Alturas de las tapas semielípticas:	136
-	Altura exterior:.....	136
h)	Diámetro exterior del tanque hidroneumático:	136
-	Área de soldadura:	140
-	Esfuerzo cortante en la soldadura:	140
-	Momento de inercia unitario:.....	141
-	Momento de inercia:	141
-	Esfuerzo flector:.....	141
-	Esfuerzo máximo en la soldadura:	141
-	Factor de seguridad:.....	141
-	Cantidad de soldadura:.....	141
3.5.	Diagnóstico final	142
3.5.1.	Diagnóstico de resultados del proceso de incubación.....	142
3.5.2.	Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua	145
3.6.	Análisis económico	146

4	DISCUSIÓN	147
5	CONCLUSIONES	148
6	RECOMENDACIONES.....	149
7	REFERENCIAS.....	150
	ANEXOS	152
A.2.	Propiedades termofísicas del agua.....	153
A.30.	Porcentaje % de descarte de la muestra de incubaciones durante el segundo semestre del año 2017	198
A.31.	Presion de agua bar de la muestra de incubaciones realizadas durante el segundo semestre del año 2017.....	199
A.32.	Instrumento: Cuestionario de entrevista.....	202
	Acta de originalidad de tesis	208
	Autorización de publicación de tesis.....	209

Índice de Tablas

Tabla 1. Población Humana del mundo (en millones)	16
Tabla 2 Consumo de carne de ave (kg/persona/año).....	17
Tabla 3 Población humana en América y consumo de carne de ave.....	19
Tabla 4 Factores de control	35
Tabla 5 Cálculo de la ventilación requerida	35
Tabla 6 Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.	41
Tabla 7 Cuadro de Operacionalización de variables	52
Tabla 8 Técnicas e Instrumentos de Investigación	53
Tabla 9 Porcentaje % de descarte de PBB primer semestre 2017	55
Tabla 10 Cantidad de Huevos incubables del primer semestre 2017	56
Tabla 11 Calculo de la pérdida económica del primer semestre 2017	56
Tabla 12 Presión de agua de las primeras 20 incubaciones realizadas durante el primer semestre del año 2017.....	58
Tabla 13 Matriz Morfológica de mejorar presión de agua	63
Tabla 14 Matriz Morfológica de Rediseño de sistema de alimentación de agua a máquinas.	63
Tabla 15 Criterios de evaluación	64
Tabla 16 RESULTADOS DE EVALUACIÓN.....	64
Tabla 17 Parámetros de operación de las incubadoras	65
Tabla 18 Resumen del dimensionamiento y selección de las tuberías de transporte de agua para las incubadoras.....	90
Tabla 19 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo Q-R.....	91
Tabla 20 Parámetros principales de la bomba hidráulica (09) seleccionada	94
Tabla 21 Parámetros principales del motor eléctrico (09).....	98
Tabla 22 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo O-P	99
Tabla 23 Parámetros principales de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08)	102
Tabla 24 Parámetros principales del motor eléctrico (05), (06), (07) y (08).....	105
Tabla 25 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo E-F.....	106
Tabla 26 Parámetros principales de la bomba hidráulica (03)	109
Tabla 27 Parámetros principales del motor eléctrico (03).....	113
Tabla 28 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo C-D.....	114
Tabla 29 Parámetros principales de la bomba hidráulica (01), (02) y (04)	117

Tabla 30 Resumen del dimensionamiento y selección de bombas hidráulicas, motores eléctricos y calibre de conductores	128
--	-----

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de Procesos Técnica Avícola	26
Figura 2 Máquina Incubadora HachTech	32
Figura 3 Ficha técnica de Incubadora Hach Tech	32
Figura 4 Parte de la Pantalla Táctil de una incubadora	34
Figura 5 Parte de la Pantalla Táctil.....	34
Figura 6 Dirección de Aire en la Incubación.....	36
Figura 7 Panel de control máquina Incubadora HT.....	38
Figura 8 Parámetros estándar de incubación	39
Figura 9 Niveles de CO2 durante el tiempo de incubación	40
Figura 10 Accesorios para Tuberías de Agua.....	43
Figura 11 Ubicación física de área de estudio	48
Figura 12 Tipos de Investigación	51
Figura 13 Óxido en tuberías	59
Figura 14 Óxido y Alto desgaste	59
Figura 15 Alto Contenido de Caliche en Accesorios	60
Figura 16 Estado Actual de Patio de Bombas	61
Figura 17 Sistema de Ablandamiento.....	61
Figura 18 Caja Negra.....	62
Figura 19 Distribución del caudal en el sistema de transporte de agua desde el pozo hacia las incubadoras.....	69
Figura 20 Tubería M-N y O-P sin aislante térmico	75
Figura 21 Tubería M-N y O-P con aislante térmico	79
Figura 22 Tubería Q-R sin aislante térmico	83
Figura 23 Tubería Q-R con aislante térmico	86
Figura 24 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo Q-R.....	91
Figura 25 Curva característica de la bomba hidráulica (09).....	95
Figura 26 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo O-P	98
Figura 27 Curva característica de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08).....	102
Figura 28 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo E-F	106
Figura 29 Curva característica de la bomba hidráulica (03).....	109
Figura 30 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo C-D.....	113
Figura 31 Curva característica de la bomba hidráulica (01), (02) y (04).....	117

Figura 32 Parámetros principales del motor eléctrico (01), (02) y (04)	120
Figura 33 Equipos y conductores de protección de los motores eléctricos	121

Índice de gráficos

Gráfico 1 El consumo de carne avícola en América es bastante más alto que el promedio mundial (kg/persona/año)	18
Gráfico 2 Porcentaje % de descarte de PBB primer semestre 2017	55
Gráfico 3 Porcentaje de descarte de PBB en el segundo semestre 2017	142

RESUMEN

Los problemas de producción en una planta o fábrica son comunes, la mayor parte de las veces son visibles por los inconvenientes inmediatos que acarrearán, otros son más difíciles de encontrar y por ello se requiere de un análisis sistemático para encontrar la solución a dichos problemas; pero cuando hablamos de una máquina en específico o de todo un sistema de equipos, los problemas de mantenimiento son los más comunes e incluso los más difíciles de identificar por la interdependencia de sus componentes; pero la solución de dichos problemas conllevarían a una mejor eficiencia del proceso de producción y por ende de un ahorro de costos importantes para la organización.

Es por ello que el presente trabajo de investigación se llevó a cabo con el propósito de mejorar la eficiencia del proceso de incubación de pollo BB de la empresa Técnica Avícola por medio del redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua. El trabajo corresponde a una investigación del tipo no experimental transversal, ya que el estudio implica la aplicación de conocimientos, así como la cuantificación del impacto de las mejoras implementadas, para tal motivo se tomó una muestra de 212 incubaciones realizadas, que representa alrededor del 50% de la población, las cuales se analizaron en tiempos de realización y costos respectivos.

Los datos obtenidos se tabularon y se analizaron mediante cuadros y gráficos. Una vez terminada la fase de análisis e implementación de mejoras, se obtuvieron resultados positivos para la empresa en ahorros por optimización del proceso de incubación de pollo BB en un 90%, además se realizaron algunas recomendaciones finales para mejorar la eficiencia del proceso.

Palabras claves: *eficiencia del proceso de incubación, sistema de abastecimiento de agua.*

ABSTRACT

Problems of production in a plant or factory are common, most of the time they are visible due to the immediate inconveniences that they cause, others are more difficult to find and therefore a systematic analysis is required to find the solution to said problems; but when we speak of a specific machine or of a whole system of equipment, maintenance problems are the most common and even the most difficult to identify due to the interdependence of its components; but the solution of said problems would lead to a better efficiency of the production process and therefore of a saving of important costs for the organization.

That is why the present research work was carried out with the purpose of improving the efficiency of the chicken BB incubation process of the Poultry Technical Company by means of resizing the water supply system. The work corresponds to a research of the non-experimental transversal type, since the study involves the application of knowledge, as well as the quantification of the impact of the implemented improvements, for this reason a sample of 212 incubations was taken, representing around 50 % of the population, which were analyzed in realization times and respective costs.

The data obtained were tabulated and analyzed by tables and graphs. Once the phase of analysis and implementation of improvements was completed, positive results were obtained for the company in savings for optimization of the chicken BB incubation process by 90%, and some final recommendations were made to improve the efficiency of the process.

Keywords: *efficiency of the incubation process, water supply system.*

1 INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

1.1.1 Realidad Problemática Internacional.

En el artículo denominado “Crece el consumo de pollo en América 2016”, donde se hace un análisis de las tendencias avícolas mundiales en el portal web El Sitio Avícola:

<http://www.elsitioavicola.com/articles/2871/tendencias-avacolas-mundiales-2016-crece-el-consumo-de-pollo-en-america/>, se publica lo siguiente.

Está creciendo el consumo mundial de carne avícola, asimismo como en América, con la carne blanca de pechuga siendo la preferencia de los consumidores de altos recursos económicos escribe el analista de la industria avícola, Terry Evans.

América en el año 2000 representó casi 842 millones o 14 por ciento de la población mundial. Desde entonces, aunque los números han incrementado a 991 millones en 2015, la participación de la región en el total ha bajado a 13.5 por ciento (Cuadro 1).

Mirando más hacia el futuro, se espera que la población de esta región crezca 0.8 por ciento anual hasta el año 2030. Sin embargo, se prevé que el total mundial se incrementará un poco menos del 1% anual, por lo tanto, América como parte de esto, disminuirá más a 13.3 por ciento y, de hecho, para el 2050 la participación de esta región estará por debajo del 13 por ciento.

Tabla 1. Población Humana del mundo (en millones)

Región	2000		2010		2015		2020		2030		2050	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
África	808.3	13.2	1,031.1	14.9	1,166.2	15.9	1,312.1	17.0	1,634.4	19.4	2,393.2	25.1
América	841.7	13.7	942.7	13.6	991.2	13.5	1,037.5	13.5	1,120.1	13.3	1,227.8	12.9

Asia	3,717.4	60.7	4,165.4	60.2	4,384.9	59.9	4,581.5	59.4	4,886.9	58.0	5,164.1	54.1
Europa	729.1	11.9	740.3	10.7	743.1	10.1	743.6	9.6	736.4	8.7	709.1	7.4
Oceanía	31.2	0.5	36.7	0.5	39.4	0.5	42.1	0.6	47.3	0.6	56.9	0.6
MUNDO	6,127.7	100.0	6,916.2	100.0	7,324.8	100.0	7,716.7	100.1	8,424.9	100.0	9,551.0	100.0

Fuente: FAO

Tabla 2 Consumo de carne de ave (kg/persona/año)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
África	4.3	4.4	4.5	4.7	4.7	4.7	4.8	5.2	5.5	5.6	6.1	6.2
América	31.5	31.8	32.8	33.1	34.7	34.1	35.3	36.0	37.1	35.9	37.6	38.5
Asia	6.6	6.6	6.7	7.0	7.0	7.4	7.6	8.1	8.5	9.0	9.2	9.4
Europa	15.9	17.8	18.5	18.2	19.0	19.2	19.2	20.2	21.3	21.7	21.4	21.7
Oceanía	30.1	30.1	32.2	33.5	33.4	35.6	35.7	36.8	35.4	35.6	37.4	42.1
MUNDO	11.0	11.2	11.6	11.8	12.0	12.2	12.5	13.1	13.6	13.7	14.1	14.4

Fuente: FAO

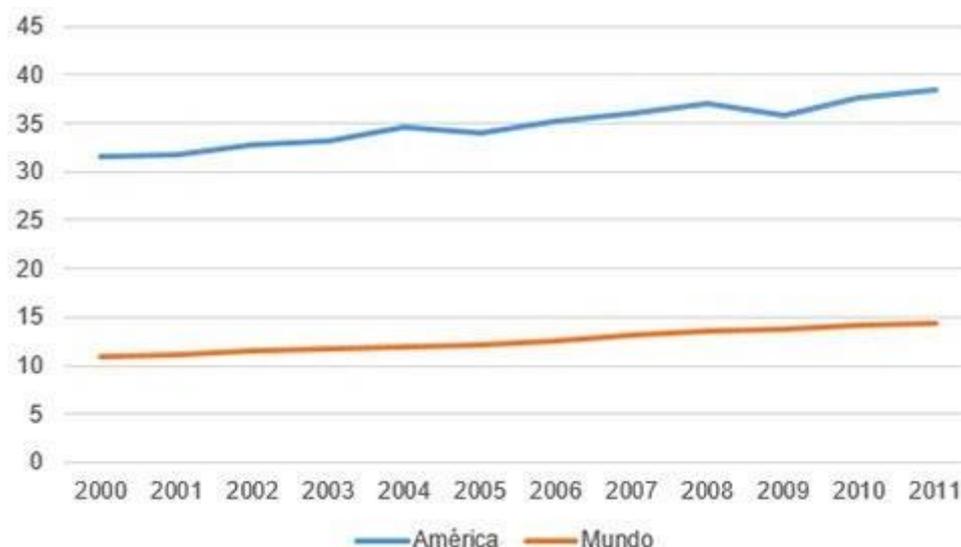
Un documento de OECD/FAO pronostica que para el 2024 el consumo de carne avícola ascenderá a casi 133 millones de toneladas, en comparación con 111 millones de toneladas en 2015. El consumo en los países desarrollados en el año 2015 se estima en 43.6 millones de toneladas, con 67.5 millones de toneladas consumidas en los países en desarrollo.

Se espera para el 2024 que el consumo de carne avícola en las economías desarrolladas haya aumentado unos 5.2 millones de toneladas a 48.8 millones de toneladas, mientras que para los países en desarrollo se prevé un aumento de 16.7 millones de toneladas, el total se elevaría a 84.2 millones de toneladas.

Como regla general, se considera que la carne de pollo tiene una disponibilidad que se considera en alrededor del 89 por ciento de la carne avícola, así que para el 2024 el consumo de pollo podría estar alrededor de 118 millones de toneladas. Sin embargo, el informe advierte que el débil crecimiento económico tanto para países desarrollados y en desarrollo podría limitar el incremento del consumo, pero afirma

que "el rápido crecimiento demográfico y de urbanización dentro de las regiones en desarrollo, sigue siendo el eje principal para el crecimiento del consumo total".

Gráfico 1 El consumo de carne avícola en América es bastante más alto que el promedio mundial (kg/persona/año)



Fuente: FAO

Según cálculos de la FAO, el consumo de carne avícola en el mundo ha subido de 11 kg por persona al año en 2000 a 14.4 kg en 2011 (Cuadro 2 y Figura 1). En la actualidad, parece que esta cifra estará cerca de 15.1 kg sobre una base de peso eviscerado.

Para América las cifras correspondientes fueron 31.5 y 38.5 kg. Sin embargo, cabe señalar que todas las cifras de consumo son las cantidades de un producto que se estiman disponibles para comer, y no son las cifras de las cantidades consumidas en realidad.

Las cifras para cada país de la región (Cuadro 3) muestran amplias diferencias en las cantidades promedio de aves consumidas, y también en los incrementos que han tenido lugar desde el año 2000.

Tabla 3 Población humana en América y consumo de carne de ave

País	Población humana (millones)				Consumo de carne de ave (kg/persona/año)					
	2000	2015	2020	2030	2000	2007	2008	2009	2010	2011
Anguilla	#	#	#	#	-	-	-	-	-	-
Antigua/Barbuda	0.1	0.1	0.1	0.1	49.9	54.5	55.3	55.8	56.8	58.8
Antillas Holandesas	0.2	0.2	0.2	0.3	67.5	54.9	62.5	63.2	71.0	-
Argentina	36.9	42.2	43.8	46.9	27.8	29.0	31.6	33.5	34.6	35.3
Aruba	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
Bahamas	0.3	0.4	0.4	0.5	54.0	54.2	54.4	54.9	56.2	54.8
Barbados	0.3	0.3	0.3	0.3	41.7	45.3	42.9	49.2	48.6	49.9
Belice	0.2	0.4	0.4	0.5	26.3	26.8	25.1	26.0	26.5	26.2
Bermuda	0.1	0.1	0.1	0.1	46.1	37.8	54.3	47.9	39.7	40.3
Bolivia	8.5	11.0	11.9	13.7	16.0	29.4	30.9	32.4	37.7	36.5
Brasil	174.5	203.7	211.1	222.8	29.6	31.7	36.6	35.0	37.7	40.6
Canadá	30.7	35.9	37.6	40.6	35.9	37.5	37.6	36.5	36.7	37.1
Chile	15.5	17.9	18.7	19.8	26.4	34.2	33.3	31.1	32.8	36.3
Colombia	39.9	49.5	52.4	57.2	13.5	21.7	23.3	23.2	24.0	23.9
Costa Rica	3.9	5.0	5.3	5.8	18.1	24.4	23.5	24.1	22.4	21.0
Cuba	11.1	11.3	11.2	10.9	10.8	14.9	15.9	19.8	16.1	17.1
Dominica	0.1	0.1	0.1	0.1	37.7	32.6	33.9	30.3	29.5	31.0
Ecuador	12.5	16.2	17.4	19.7	15.2	23.7	23.0	21.2	22.9	21.9
El Salvador	6.0	6.4	6.6	6.9	10.5	18.1	16.2	16.5	17.4	18.3
EUA	284.6	325.1	338.0	362.6	47.4	52.7	51.6	48.8	50.9	51.4
Granada	0.1	0.1	0.1	0.1	27.3	33.8	35.2	36.0	38.5	41.5

Groenlandia	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
Guadalupe	0.4	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-
Guatemala	11.2	16.3	18.3	22.6	12.5	16.7	16.3	16.4	16.3	16.6
Guayana	0.8	0.8	0.8	0.9	31.6	32.8	31.4	36.2	33.1	35.4
Guayana Francesa	0.2	0.3	0.3	0.4	-	-	-	-	-	-
Haití	8.6	10.6	11.3	12.5	2.8	3.4	3.4	4.1	6.0	7.6
Honduras	6.2	8.4	9.2	10.8	13.7	20.1	20.7	21.0	21.7	22.8
Islas Caimán	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
Islas Malvinas	#	#	#	#	-	-	-	-	-	-
Islas Turcas/Caicos	#	#	#	#	-	-	-	-	-	-
Islas Vírgenes Británicas	#	#	#	#	-	-	-	-	-	-
Islas Vírgenes EUA	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
Jamaica	2.6	2.8	2.9	3.0	41.2	52.7	51.5	48.8	59.2	51.3
Martinica	0.4	0.4	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-
México	103.9	125.2	132.0	143.7	21.4	27.9	28.3	28.4	29.0	29.5
Montserrat	#	#	#	#	-	-	-	-	-	-
Nicaragua	5.1	6.3	6.7	7.4	9.6	16.3	16.4	16.0	18.0	18.6
Panamá	3.1	4.0	4.3	4.9	26.8	29.0	28.8	28.7	28.8	29.4
Paraguay	5.4	7.0	7.6	8.7	6.5	5.1	6.1	5.8	6.1	6.3
Perú	26.0	31.2	33.1	36.5	8.1	11.1	11.1	11.2	11.6	11.5
Puerto Rico	3.8	3.7	3.7	3.7	-	-	-	-	-	-
República Dominicana	8.7	10.7	11.2	12.2	24.6	34.7	31.7	34.0	35.2	33.4
San Cristóbal/Nieves	#	0.1	0.1	0.1	42.0	48.2	49.0	46.4	54.5	57.7

San Pedro/Miquelón	#	#	#	#	-	-	-	-	-	-
Santa Lucía	0.2	0.2	0.2	0.2	62.9	55.1	55.9	61.4	65.3	69.5
San Vicente/Granadinas	0.1	0.1	0.1	0.1	49.8	63.9	65.0	63.6	66.6	74.2
Surinam	0.5	0.6	0.6	0.6	28.4	31.6	32.6	31.8	37.5	35.6
Trinidad/Tobago	1.3	1.4	1.4	1.3	28.4	42.6	44.1	46.8	52.5	53.8
Uruguay	3.3	3.4	3.5	3.6	16.4	14.1	20.2	18.9	19.0	23.7
Venezuela	24.4	31.3	33.4	37.2	28.4	34.0	41.2	40.4	44.0	45.2
AMÉRICA	841.7	991.2	1,037.5	1,120.1	31.5	36.0	37.1	35.9	37.6	38.6

Fuente: FAO

menos de 50,000 - sin cifra

EUA

En los EUA el consumo total de carne avícola en 2014 estuvo considerado en 45.6 kg por persona, en base al peso de venta al por menor. Este año se espera aumente a 47.8 kg, mientras que las últimas previsiones para 2016 son de 48.4 kg, según informes de WASDE (Estimaciones mundiales de la oferta y la demanda agrícolas) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Sin embargo, se debe observar que el peso de venta al por menor se considera alrededor del 86 por ciento de la cifra de venta por mayor. Para los pollos de engorde el peso de consumo al por menor en el 2014 se encuentra actualmente en 37.9 kg, mientras que los pronósticos para 2015 y 2016 se consideran en 40.1 y 40.5 kg respectivamente.

También cabe destacar que un aumento en las cantidades consumidas por persona no necesariamente significa que la demanda de carne de ave o pollo haya crecido, ya que también se debe tener en cuenta los cambios en los precios.

MÉXICO

Lo previsto en consumo de pollo de engorde por persona del 2015 en México se sitúa en 26.3 kg contra 25.9 en 2014. Los consumidores de altos ingresos prefieren

la carne blanca de pechuga mientras que los cortes de carne oscura son más populares entre los grupos de menores ingresos. Aunque los precios de los pollos de engorde han tenido una tendencia al alza, el mayor precio de la carne de res asegurará de que el pollo seguirá siendo la fuente más económica de proteína, seguido por la carne de cerdo.

CANADA

El consumo de carne per cápita en Canadá se ha estancado o bajado ligeramente desde que alcanzó su punto máximo en 2007/8. Sin embargo, según un Informe Gain (Red de ayuda Global), esta tendencia se revirtió en 2014 tanto que una previsión para el 2016 de 31.1 kg muestra un aumento marginal en el nivel esperado de 31 kg por persona para el año 2015.

El que las preferencias canadienses sean ahora por el pollo se debe principalmente a una percepción de que la carne de pollo tiene menos grasa y por lo tanto es más sana que otras carnes. El crecimiento en negocios de comida rápida que ofrecen una gran variedad de comidas en base a pollo ha sido otro factor importante para impulsar la demanda. El consumo total de pollo casi se ha duplicado en los últimos 30 años. Un factor importante aquí ha sido el crecimiento de la población del país del 39 por ciento, de 24.5 millones en 1980 a unos 34 millones de personas en 2010.

Para todos los países de las América, así como para todo lugar, los factores claves para impulsar la demanda de carne de ave y en especial de pollo, serán los cambios en la población humana, los ingresos reales (especialmente entre los sectores más pobres de la comunidad), el precio del pollo en relación a su competencia y también las cambiantes preferencias en la dieta.

1.1.2 Realidad Problemática Nacional.

En el artículo denominado “El sector avícola peruano clave en el desarrollo del país (2016)”, en el portal web El Sitio Avícola:

<http://www.elsitioavicola.com/articles/2920/el-sector-avicola-peruano-clave-en-el-desarrollo-del-paas/>, en una entrevista con El Ing. José Vera Vargas Presidente de la Asociación Peruana de Avicultura se desarrollan las siguientes interrogantes con respecto a la situación actual de la industria avícola en el Perú.

¿Cuál es la situación actual de la avicultura peruana?

El sector avícola peruano es uno clave en el desarrollo del Perú, representa el 28% del total de la producción agropecuaria del país y es responsable del 65% de la ingesta de proteína de origen animal.

Es un sector en constante crecimiento. En los últimos años ha crecido a una tasa de 7.8% anual. Apostamos y acompañamos el crecimiento de nuestro país, brindando un producto de excelente calidad, fresco y asequible

¿A qué dificultades se enfrentó la avicultura peruana en 2015? Estas dificultades, ¿continúan siendo un problema en 2016 o se han superado?

En general el 2015 fue un buen año para la avicultura peruana, que tiene como reto permanente mejorar su competitividad para llegar siempre con la mejor oferta a más peruanos.

El Perú y en particular la franja costera es un territorio que ofrece condiciones favorables para la crianza avícola; sin embargo, el hecho de tener que importar la mayor parte de los insumos que se usan en la crianza nos reta siempre a mejorar nuestra productividad para ser más competitivos.

¿Cuáles son las principales amenazas sanitarias para la avicultura nacional en Perú? ¿Existen en la actualidad programas gubernamentales para ponerles freno?

Las amenazas sanitarias para la avicultura son universales, es decir, las amenazas sanitarias para la avicultura peruana; son las mismas que para cualquier país del mundo; tal es el caso de la influenza aviar, la enfermedad de Newcastle, etc.

Y en relación a la existencia de programas gubernamentales para poner freno a estas amenazas, efectivamente en el Perú tenemos programas que trabajan en la

prevención de dichas amenazas. La Autoridad Sanitaria Nacional – SENASA; en un trabajo conjunto con los productores por ejemplo ha desarrollado un programa de vacunación de Newcastle para todas las aves de riña y aves de traspatio. Asimismo, ellos ejecutan programas de vigilancia activa y pasiva contra Newcastle e influenza aviar; entre otras.

¿Cómo es el consumo de productos avícolas en Perú? ¿Cuál es la tendencia en los últimos años?

El sector avícola está en constante crecimiento. Destaca por ser el principal proveedor de proteína de origen animal, pues aporta el 65% de lo que consume la población peruana.

En el año 2015 logramos producir 676 millones de pollos a nivel nacional, cifra significativa para el sector avícola, que representan 1,330 millones de toneladas de carne. Y en lo que va de 2016 ya superamos los 283 millones de pollos producidos.

En cuanto a crecimiento del sector, podemos decir que la avicultura ha venido creciendo en los últimos años a una tasa de 7.8% anual. Y al día de hoy, la cadena avícola representa el 28% del total de la producción agropecuaria del país y sus ventas en el mercado final de consumo ascendieron a más de 12,300 millones de nuevos soles en el año 2015.

El consumo per cápita de pollo es de 43.05 kilos y en Lima alcanza los 76.4 kgs. Enorme responsabilidad con la nutrición de nuestra gente.

En el consumo de huevos alcanzamos 198. Tenemos el compromiso de seguir incrementándolo.

¿Qué porcentaje de pollo de engorde se vende en pie y qué porcentaje de pollo de engorde se vende procesado? ¿Han cambiado estos porcentajes en años recientes?

Creo que los porcentajes han variado, pero a favor de las aves vivas, habiendo pasado de un 75% a un 85%. Actualmente, el crecimiento de las empresas productoras avícolas en el Perú; que han incrementado sus niveles de crianza se ha visto reflejado en un importante incremento en las ventas de aves vivas y no en

el mismo sentido en la venta de aves beneficiadas en razón que para el nivel de crianza actual no se han ampliado los canales de beneficio.

Hay que considerar además que en el mercado peruano existe una marcada preferencia por el pollo fresco del mercado tradicional.

¿Qué es APA y quiénes forman parte de la Asociación?

La Asociación Peruana de Avicultura es un gremio que tiene como objetivo contribuir al fortalecimiento del sector avícola nacional y atender las necesidades de las familias peruanas con productos sanos, inocuos y accesibles. Esta es una meta planteada hace 78 años, fecha en la que se creó la Asociación Peruana de Avicultura. El APA está conformada por la comunidad avícola peruana, productores avícolas y sus proveedores.

1.1.3 Realidad Problemática Local.

Técnica Avícola S.A, es una empresa del rubro Avícola ubicada en la ciudad de Pacasmayo. Está comprometida con una avicultura innovadora en el Perú, con alta tecnología, estándares de excelencia en bioseguridad, integrada por un equipo humano socialmente responsable y comprometido con la producción de alimentos inocuos y de calidad.

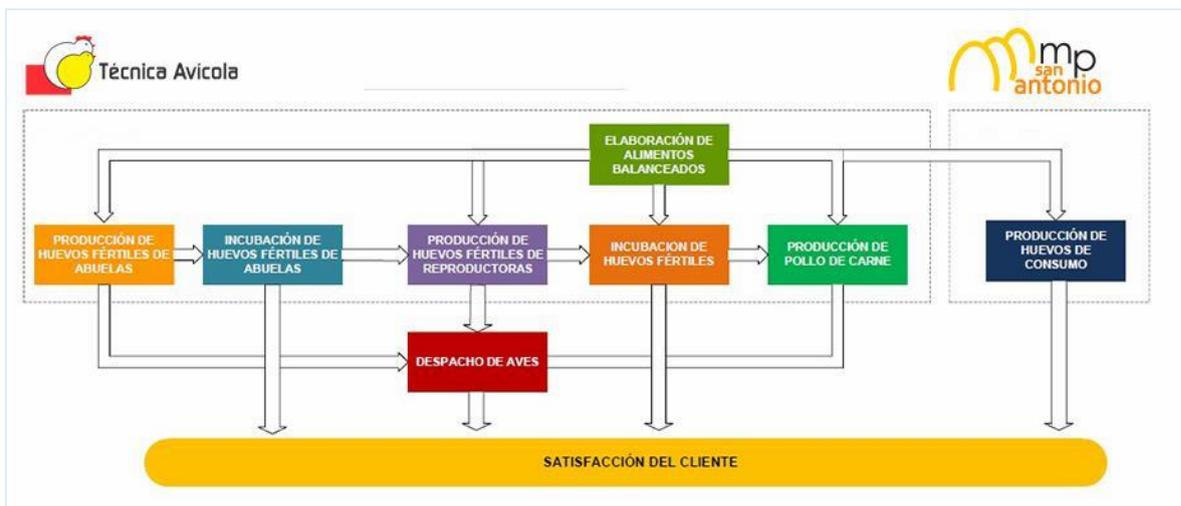
En base a un estudio de mercados de la competencia realizada por TECAVI en el año 2016 donde se indica que el consumo anual per cápita en Perú es de 43 kg. Se determina que Técnica Avícola aporta aproximadamente con el 10% de proteína animal a las familias peruanas, abasteciendo gran parte del norte y oriente del país.

Por temas de confidencialidad de la empresa este estudio no pudo ser plasmado en la tesis.

Técnica Avícola S.A, tiene la misión de ser una empresa eficiente del sector, con una rentabilidad y desarrollo sostenido preservando el medio ambiente, invirtiendo en tecnología, maximizando la Bioseguridad con responsabilidad social, contando con un potencial humano de calidad, con alto compromiso y valores, e innovando en procesos y gestión que nos lleve a ser competitivos.

Técnica Avícola S.A, tiene la visión de ser un lugar para el desarrollo personal y la excelencia competitiva en el sector Avícola.

Figura 1 Mapa de Procesos Técnica Avícola



Fuente: www.tecavi.com

Dentro la de la cadena de valor se tiene diferentes procesos que aportan a la producción de pollo de engorde, lo cual es el producto final de la compañía.

Técnica Avícola es una empresa que ha ido creciendo rápidamente en los últimos diez años. Esto ha empujado que sus procesos cambien, se optimicen y apuesten por la mejora.

La planta de incubación de huevo fértil de pollo de engorde no es ajena a esto, debido a que en los últimos años ha ido creciendo gradualmente. Teniendo tres generaciones de máquinas 2006, 2013 y 2016. Parte de su crecimiento ha requerido que se hagan análisis y cambios en la infraestructura y principales suministros tales como energía eléctrica, agua y aire comprimido debido a que en el diseño original no se previó estos crecimientos rápidos, esta falta de planificación inicial ha generado problemas en el proceso de incubación de pollo bb, ya que el

porcentaje de descarte es en promedio de 1.5% por incubación realizada, cuando estándar internacional es de 0.8% en promedio, lo que ocasiona pérdidas económicas para la empresa.

12 TRABAJOS PREVIOS

1.2.1 A Nivel Internacional

Solano (2016, p.III), en su tesis: Diseño de un sistema de bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del cárcamo 2 al cárcamo 3 de la planta agrícola oriental D.F., Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, justifica su estudio de la siguiente manera:

El buen aprovechamiento de la energía es vital en la actualidad para el cuidado del medio que nos rodea, es inimaginable la gran cantidad de equipos de bombeo que son utilizados en la actualidad para satisfacer las diferentes necesidades que tenemos como seres humanos.

Uno de los principales problemas que se necesita satisfacer en la Ciudad de México es el consumo de agua potable, para lo cual se utiliza equipo de bombeo en la distribución de este vital líquido.

Para la buena selección y operación de los equipos de bombeo es necesario tener los datos o características de instalación como son: planos, accesorios, tuberías, motores, etc. En la planta Agrícola Oriental no se cuenta con esta información, por lo que se realizaron los planos y la selección de los equipos necesarios.

Solano (p.152) en sus conclusiones nos dice que:

Los objetivos establecidos al principio del proyecto se alcanzaron de manera satisfactoria, dando como resultado primordial la selección de los equipos de bombeo para la disminución de los costos de operación en la planta potabilizadora de la colonia Agrícola Oriental.

El consumo de corriente de los motores seleccionados se disminuirá en un 48%, dando como resultado un impacto directo en el costo de operación, tomando en cuenta que la eficiencia de los equipos de bombeo se da en las condiciones de operación con las que fue diseñado en el proyecto.

Con la memoria de cálculo realizada, tomando como base los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica, así como la aplicación de las normas para la realización de este proyecto, se compararon los resultados obtenidos con los datos medidos de los equipos que se encuentran operando, se dedujo que los motores que se encuentran instalados actualmente están excedidos para las condiciones que se requieren actualmente.

En cuanto a las bombas instaladas, se disminuyó el caudal a bombear para cada bomba, teniendo como objetivo la disminución de potencia requerida para el bombeo, con ello se disminuyó el consumo de energía eléctrica que se ve reflejado en el costo de operación.

Para la instalación de los equipos mencionados se seleccionaron los elementos complementarios para la operación de los motores, como son los arrancadores, relevadores de sobrecarga, contactores, interruptor termomagnético, así como el calibre del cable, y con ello se determinó que es necesario cambiar también estos accesorios.

En cuanto al cálculo mecánico, con respecto a la tubería instalada se demostró que, para la conducción del fluido a las condiciones de operación del mismo, y de acuerdo a los resultados obtenidos con el cálculo, se concluyó que si soportará la presión generada en la conducción.

1.2.2 A Nivel Nacional

De La Cruz (2013, p.2), en su tesis: Diseño de un sistema de bombeo para transporte de relave desde planta Concentradora hasta zona de disposición Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C., Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, plantea en su investigación la siguiente justificación:

La necesidad de contar con una zona de disposición de relave cuya capacidad permita garantizar la continuidad de las operaciones con normalidad y además del sistema de bombeo adecuado que nos permita transportar el relave desde la Planta Concentradora obliga a realizar los estudios previos para tomar acción y evaluar los problemas establecidos; por lo cual se realiza el presente trabajo a fin de evaluar y resolver los problemas visto desde el aspecto Electro - Mecánico para el diseño del sistema de Bombeo adecuado de acuerdo a las exigencias pre establecidas.

En la misma tesis De la Cruz (p.189) llega a las siguientes conclusiones:

La hipótesis planteada se ha respondido satisfactoriamente porque realizando la evaluación de las exigencias y cálculos hidráulicos respectivos se logró diseñar un sistema de bombeo para transporte de relave desde Planta Concentradora hasta zona de disposición.

Al realizar la presente investigación se concluye que lo más importante para el diseño del sistema de bombeo es conocer las características del relave a bombear, así como la demanda o caudal a transportar.

Para cumplir con el tratamiento de las reservas de mineral, se van a realizar modificaciones y ampliaciones en la Planta Concentradora de modo que la capacidad se incremente desde 650 TMSD a 900 TMSD, capacidad final para la cual el sistema de bombeo está diseñado.

Los resultados de los cálculos permiten saber que el equipo de bombeo estará conformado por dos bancos (uno stand by del otro) de 3 bombas WARMAN AH 6/4 con motores de 125 HP, instalados en serie; estas bombas con las características de fabricación que permitan el trabajo con materiales abrasivos, además que por sus características geométricas se aproximan a las dimensiones de las tuberías antes calculadas.

Después del análisis de los cálculos de pérdidas en el sistema se determina que la mayor pérdida se encuentra en el tramo de 6166.7 metros de tubería HDPE por fricción.

Se concluye que el uso de la tubería HDPE en sistemas grandes longitudes da un bombeo más eficiente porque el material tiene menor resistencia al flujo (coeficiente de fricción) en comparación con tuberías de acero, concreto y caucho.

Se considera que como parámetro inicial a calcular para determinar las dimensiones de tuberías es el análisis de velocidad crítica del relave. El cual también depende de las propiedades físicas metalúrgicas del mismo; así como también de acuerdo a ese cálculo se concluye que la tubería óptima estándar para el bombeo es de 6".

1.2.3 A Nivel Local

En el año 2006, Técnica Avícola realizó cambios en su planta de incubación que causó una revolución en sus procesos apostando por otra tecnología en manejo de incubadoras y manejo de nacedoras. Se adquirieron 6 máquinas incubadoras de una capacidad de 84 480 huevos para incubar, estas máquinas tenían las características de ser de etapa única y de procedencia holandesa.

En el año 2009, la demanda creció y se adquirieron 3 incubadoras más de la misma procedencia, pero esta vez con una capacidad de 126 480 huevos para incubar cada una. Con esto la planta logró abastecer la demanda de carne de pollo por unos años.

En el año 2010, la demanda creció y se adquirieron 3 incubadoras más de la misma procedencia con una capacidad de 126 480 huevos para incubar cada una. Con esto la planta logró abastecer la demanda de pollo carne por unos años.

En el año 2012, la demanda creció y se adquirieron 6 incubadoras más de la misma procedencia con una capacidad de 126 480 huevos para incubar cada una. Con esto la planta logró abastecer la demanda de pollo carne por unos años.

En el año 2013, la demanda creció exponencialmente y se adquirieron 12 incubadoras de la misma procedencia, pero esta vez con una capacidad de 126 480 huevos para incubar cada una. Con esto la planta logró abastecer la demanda de pollo carne por unos años.

En el año 2014, la planta no podía abastecer la demanda de las granjas por lo que fue necesario realizar la compra de 6 incubadoras más de etapa única de 126 480 huevos para incubar cada una. Teniendo ahora una capacidad total disponible de 4 301 280.

En el año 2016, la planta no podía abastecer la demanda de las granjas por lo que fue necesario realizar la compra de 3 incubadoras más de etapa única de 126480 huevos para incubar cada una. Teniendo ahora una capacidad total disponible de 4 680 720.

Ahora con esta última ampliación de las máquinas incubadoras se comenzó a tener problemas con la presión y calidad de agua, además se tenía problemas de obstrucción por la excesiva presencia de corrosión interna.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

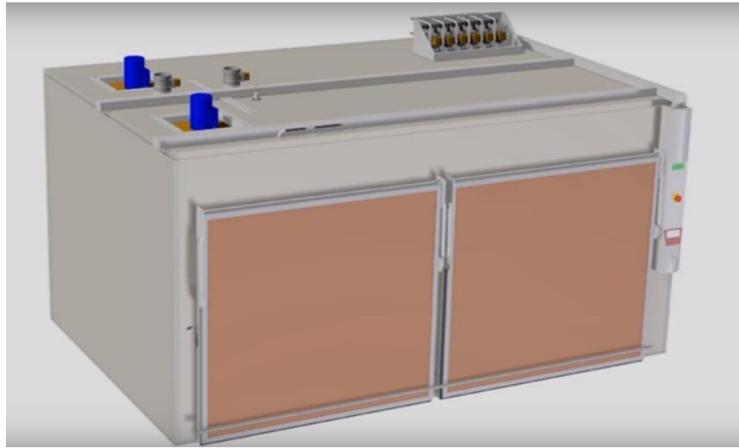
1.3.1 PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLO BB

La incubación artificial de huevos fértiles es un proceso de corta duración, en la cual las máquinas incubadoras simulan las condiciones ambientales en las que las gallinas incuban sus huevos naturalmente. (López, 2014).

1.3.2 MANEJO DE INCUBADORAS

Construcción de las Máquinas: Las carcassas de todas las incubadoras y nacedoras de HatchTech están construidas de espuma de poliuretano de alta densidad en paneles sándwich con una cubierta segura para alimentos. Los paneles están instalados en un canal de aluminio en forma de U con un puente térmico para un aislamiento perfecto. Todas las articulaciones están selladas y las esquinas están terminadas con cornisas de aluminio.

Figura 2 Máquina Incubadora HachTech



Fuente: Pagina de HT

Figura 3 Ficha técnica de Incubadora Hach Tech

Las dimensiones (externo)

La altura	2800 mm	110,24 pulgada
La anchura	5400 mm	212,60 pulgada
La profundidad	3480 mm	137,01 pulgada
El espacio mínimo delante de la máquina	2500 mm	98,43 pulgada
El espacio mínimo encima de la máquina	500 mm	19,69 pulgada

setter trolley

La cantidad de setter tranvías	12	12
Engastador Bandejas	960	960
El tranvía de las dimensiones LxWxH	1669x685x2100 mm	65,7x27x82,7 pulgada
La bandeja de setter de dimensiones LxWxH	306x626x35 mm	12,1x24,7x1,4 pulgada

Refrescando

El suministro de agua	50,8 mm	2 pulgada
La descarga de agua	50,8 mm	2 pulgada
La temperatura el agua refrescante (el máximo)	18 °C	64,4 °F
La presión hidráulica mínima	2 barra	29 psi
La Capacidad de Ø por el temp de la entrada >36°C/96,8°F	9,6 kWh	32764,8 Btu
la Capacidad del máximo en día 18	19,2 kWh	65529,6 Btu

Calentando

El suministro de agua	50,8 mm	2 pulgada
La descarga de agua	50,8 mm	2 pulgada
El min de agua de temperatura	50 °C	122 °F
La presión hidráulica mínima	2 barra	29 psi
El promedio de capacidad	2 kWh	6826 Btu
El 4 horas	10 kWh calentando	34130 Btu

Rocío el humedecedor

El suministro de agua (por el sistema refrescante principal)	50,8 mm	2 pulgada
La presión hidráulica	1 barra	15 psi
Riegue el consumption(average)	0,004 l/min	0,063 gph
El suministro aéreo	6,35 mm	1/4 pulgada
La presión atmosférica	2 barra	29 psi
El consumption(average aéreo)	6,38 l/min	0,226 cfm

Eléctrico

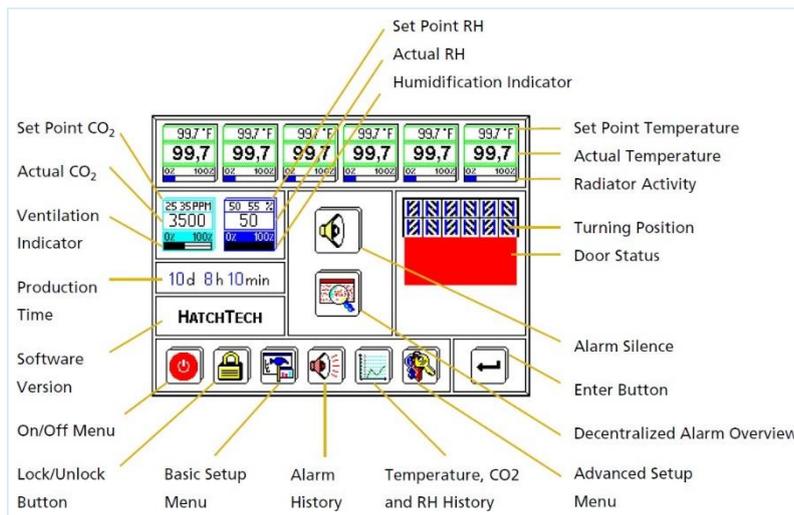
Voltaje 3 ~ 400 V 3 ~ 208 V		
La frecuencia 50 HZ 60 HZ		
El poder absorbido 6 kW 7 kW		
El ventilación		
La sección en - la toma de corriente	76,2 mm	3 pulgada
La capacidad el movimiento aéreo (el máximo)	370 m3/h	218 cfm
La temperatura	20-25 °C	68-77 °F
La humedad	< 50%	< 50%

Fuente: Hach Tech

Gabinete de Control y Display: La parte electrónica que controla a las incubadoras y las Nacedoras está alojada en un controlador de vanguardia de acero

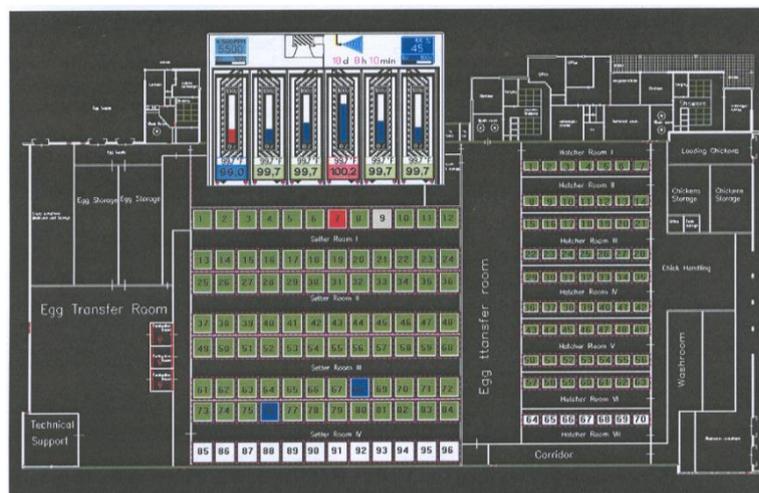
inoxidable. El controlador está ubicado en la parte frontal del gabinete. La construcción del armario de control facilita la tarea de limpieza. Es fácil de leer a través de la pantalla táctil a color, está al alcance de todos los operarios, en ella se pueden apreciar todas las variables de incubación durante el proceso. La función crítica de la máquina es rápida y fácil de observar en la pantalla de inicio.

Figura 4 Parte de la Pantalla Táctil de una incubadora



Fuente: Pagina de HT

Figura 5 Parte de la Pantalla Táctil



In this picture one can see that incubator #9 is active. If the controller icon is pressed, one is able to work with the data of this particular machine.

Fuente: Pagina de HT

Factores de Control:

Tabla 4 Factores de control

Factores de Control	
Granja	Incubadora
Nutrición de la Reproductora	Higiene
Enfermedad	Almacenamiento del huevo
Actividad de Apareamiento	Daño del huevo
Daño del huevo	Incubación – Manejo de incubadoras y nacedoras
Peso corporal correcto de la hembra y el macho	Manejo del pollito
Higiene del huevo	
Almacenamiento del huevo	

Fuente: www.cobb-vantress.com

Flujo de Aire:

En los primeros 9 días, ningún sistema de ventilación entra en funcionamiento. Se guarda la humedad que se evapora de los huevos dentro de la máquina. Esta humedad se usa como un portador de calor. El aire es sólo un medio de transporte, el calor se transporta hacia los huevos o alejado de los huevos por medio del agua.

Los cálculos debajo están basados en investigación científica presentada en la mesa de la página del abeto de este párrafo.

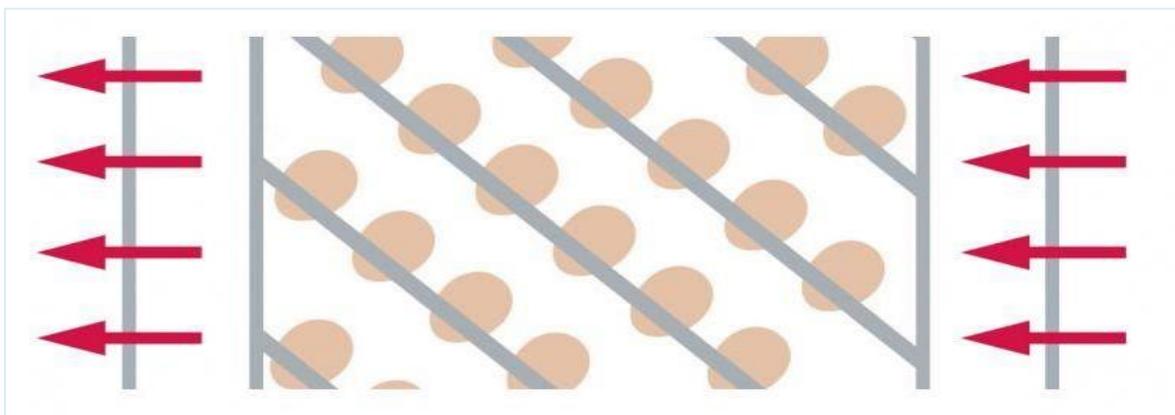
Tabla 5 Cálculo de la ventilación requerida

Table: Calculation ventilation requirement HatchTech MicroClimer			
	Setters	Hatchers	Total
Number of incubators	18	6	
Capacity incubator (nr. of eggs)	84480	42240	
Fertile eggs (%)	90	90	
Max. ventilation per 10,000 eggs/chicks (m ³ /h)	31,80	88,60	
Ventilation per incubator			
Calculated maximum ventilation (m ³ /h)	242	337	
Calculated average ventilation (m ³ /h)	121	337	
Recommended maximum ventilation (m ³ /h)	370	370	
Recommended average ventilation (m ³ /h)	185	370	
Ventilation requirement all incubators			
Maximum ventilation requirement (m ³ /h)	6660,00	2220,00	8880,00 m ³ /h
Average ventilation requirement (m ³ /h)	3330,00	2220,00	5550,00 m ³ /h

Fuente: Página de HT

El flujo de aire uniforme dentro de la máquina es el resultado del diseño único y patentado por el proveedor del equipo en tecnología de incubación. El aire circula horizontalmente a través de la máquina y sobre el desarrollo de embriones. Este flujo de aire uniforme distribuye el calor sobre todo los huevos, así mantiene el enfriamiento y el CO2 de manera uniforme a lo largo de la masa de huevos. Este control también se logra gracias a la presencia de los ventiladores con velocidad variable a través de convertidores de frecuencia, el mismo que recibe señal o mando de la tarjeta principal cuándo la máquina lo requiera.

Figura 6 Dirección de Aire en la Incubación



Fuente: Revista HT_2016

Paneles de Radiadores: En máquinas convencionales, el calor de los embriones en desarrollo se distribuye alrededor de la máquina y agotado a través del techo. A medida que el aire sale de la máquina hace calor. En este diseño, es imposible lograr incluso la distribución de la temperatura del aire.

El enfoque de la tecnología de incubación con la cual cuenta Técnica Avícola, es innovador y único. El aire dentro de la máquina es recirculado a temperatura y humedad constantes; Claro dentro de un rango controlado.

El aire fresco ingresa a la máquina solo para mantener la humedad deseada y/o el nivel de CO2. El aire fresco no se usa como enfriamiento. El aire está condicionado (calentado y enfriado) por la incubación HatchTech Tecnología de paneles radiadores patentados. Como el aire pasa horizontalmente sobre los huevos, también pasa sobre una serie de radiadores de aluminio. El agua que circula

continuamente a través del radiador es la que controla las subidas y bajas de la temperatura interna de la máquina.

Control de Temperatura:

La temperatura real del embrión en desarrollo es crítica. Cualquier fluctuación en la temperatura del embrión tendrá un impacto negativo en la incubabilidad. El único diseño de la tecnología de incubación HatchTech proporciona control automático y preciso de la temperatura del embrión. La temperatura del aire en cada sección de la máquina se mantiene de forma independiente por el radiador de agua. La temperatura del agua circulando en el radiador aguas arriba está determinada por la temperatura del aire cuando sale de la masa de huevos en esa sección.

El suministro de agua a cada radiador está conectado a una válvula solenoide electromagnética modular separada. Cada solenoide tiene agua fría y caliente por separado suministro en la parte superior de la máquina.

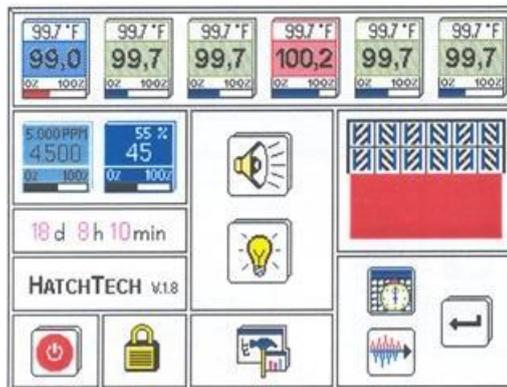
Control de Humedad Relativa:

La correlación entre la calidad del pollito y la pérdida de peso es bien conocida y documentada. Desarrollando huevos se debe perder vapor de agua metabólico en todo el proceso de incubación. Para que esto suceda correctamente, la humedad relativa en la máquina debe ser controlada correctamente.

La tecnología de las incubadoras de esta planta proporciona humedad de dos maneras, ya sea a través de una boquilla de pulverización muy eficiente o el Uvaporator. En la boquilla de pulverización, el agua fría se mezcla con aire comprimido y es pasado a través de una boquilla fina, ésta niebla fina se introduce directamente en el flujo de aire. En el Uvaporator una niebla fina es creada por ultrasonido y vibración con un tamaño mínimo de 1 micra aproximadamente por gota. En cualquier situación, cuando la humedad está por debajo del punto de ajuste, el sensor de humedad envía una señal al controlador y esto activa el sistema de humidificación.

La boquilla de humedad y la carcasa son fácilmente accesibles desde la parte superior de la máquina. Se puede ejecutar el mantenimiento de rutina y la limpieza sin alterar un ambiente precisamente equilibrado dentro del gabinete de incubación.

Figura 7 Panel de control máquina Incubadora HT



Fuente: Página de HT

Control de CO₂:

En la tecnología de las incubadoras de esta planta de incubación, no se usa aire como una fuente de enfriamiento. Esto significa que la ventilación es controlada por las necesidades de oxígeno del embrión, no en demandas de refrigeración de la máquina.

El embrión en desarrollo emite CO₂ durante el proceso de incubación. Los niveles de CO₂ son monitoreados por un sensor de CO₂ y cuando los niveles alcanzan el nivel alto sobre el rango la máquina ventilará para proporcionar el oxígeno necesario para los embriones en desarrollo. El punto de ajuste bajo de CO₂ también se puede usar para mantener automáticamente un nivel mínimo de dióxido de carbono (con inyección) en el período temprano crucial de incubación.

Las incubadoras de etapa única utilizadas, necesitan de un correcto control de las temperaturas, humedad relativa y niveles de CO₂. Para esto las máquinas incubadoras tienen un sistema de instrumentación ya mencionado líneas arriba, que consta de sensores que envían información en tiempo real a la tarjeta principal de la incubadora.

Figura 8 Parámetros estándar de incubación

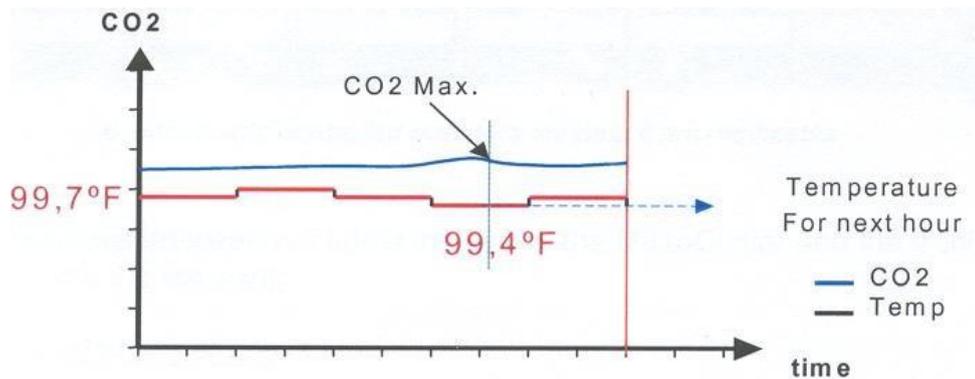
Table: Embryo Weight, O ₂ requirement, CO ₂ production, heat production and minimum ventilation requirement for 10.000 developing embryos. Hatching egg weight at day 1: 60.0 grams.					
Day	Weight Embryos (kg)	O ₂ requirement (l/h)	CO ₂ production (l/h)	Heat Production (W/h)	Min. vent. CO ₂ <0.5% (m ³ /h)
1	0.002		1.8	14,08	0.36
2	0.03	1.0	2.2	17,20	0.44
3	0.2	1.0	2.1	16,42	0.42
4	0.5	3.5	6.0	46,92	1.2
5	1.3	6.0	6.5	50,83	1.3
6	2.9	9.0	8.0	50,83	1.6
7	5.7	14.0	12.0	84,48	2.4
8	11.5	20.0	15.2	107,01	3.04
9	15.3	27.0	20.0	156,40	4.0
10	22.6	38.0	28.0	218,96	5.6
11	36.8	62.0	41.0	320,62	8.2
12	50.7	100.0	68.0	531,75	13.6
13	73.7	140.0	93.0	727,25	18.6
14	97.4	193.0	125.0	977,49	25.0
16	159.0	224.0	143.0	1118,25	28.6
17	185.9	235.0	159.0	1243,37	31.8
18	218.3	232.0	157.0	1227,73	31.4
19	256.2	224.0	158.0	1235,00	31.6
20	302.1	278.0	199.0	1556,16	39.8
21		600.0	443.0	3464,00	88.6

Embryo development: data metabolism and ventilation requirement 20 years ago

Fuente: Página HT

La producción de CO₂ de los embriones es una medida para la proporción de desarrollo del embrión. Una producción de CO₂ más alta significa un desarrollo del embrión más rápido. Las medidas de Mando de crucero la producción de CO₂ a las varias temperaturas. El director se aferra a la temperatura con la producción de CO₂ más alta durante la próxima hora.

Figura 9 Niveles de CO2 durante el tiempo de incubación



Fuente: Página HT

1.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

El dimensionamiento de tuberías es una parte fundamental y crítica antes de iniciar un proyecto de conducción de fluidos, para esto se toman en cuenta tres requisitos básicos: Primero el presupuesto, las resistencias mecánicas y las pérdidas totales de carga.

Cualquier instalación que sea dimensionada correctamente deberá:

- Ser ejecutada con los materiales adecuados, deberá tener los sistemas idóneos para las condiciones de trabajo futuras.
- Deberá contar con criterios de operación fácil y mantenimiento.
- Debe cumplir los ratios mínimos de resistencia requeridos para su óptimo funcionamiento, confiabilidad y durabilidad.
- Las pérdidas de cargas deben ser mínimas o estas deben estar consideradas en su totalidad durante el cálculo, para que con esto se pueda garantizar la presión de servicio con un bajo costo en la utilización de energía eléctrica.
- Ser implementadas con protocolos de montaje y pruebas estándar que garanticen una durabilidad y conservabilidad.

Y todo lo que se implemente deberá tener un presupuesto atractivo para el usuario final.

1.3.4 DÍAMETRO OPTIMO DE CONDUCCIÓN

Un aspecto muy importante a tener en cuenta para el diseño del sistema de tuberías sistema es el de la velocidad que alcanza el fluido por el interior de las conducciones. Dicha velocidad, en el caso de la circulación isoterma de fluidos incompresibles, viene determinada por el caudal y el diámetro de la sección interna de la conducción, y para cada fluido tiene un valor máximo que no debe ser sobrepasado, ya que de lo contrario puede producirse un deterioro del producto por tratamiento mecánico inadecuado. Los valores aproximados que se usan en la práctica dependen del tipo de fluido que se trate, pero los más corrientes se recogen en la Tabla 1. Los valores de la tabla son los más corrientes en la práctica ordinaria, sin embargo, en condiciones especiales, pueden requerirse velocidades que están fuera de los intervalos indicados. Las velocidades pequeñas han de ser las más utilizadas, especialmente cuando el flujo es por gravedad desde tanques elevados (McCabe et al., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ª Ed., McGraw-Hill, 1991).

Tabla 6 Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 - 1	0.15 - 0.30
	Entrada de bomba	1 - 3	0.3 - 0.9
	Salida de bomba	4 - 10	1.2 - 3
	Línea de Conducción	4 - 8	1.2 - 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 - 0.5	0.06 - 0.15
	Salida de bomba	0.5 - 2	0.15 - 0.6
Vapor de Agua		30 - 50	9 - 15
Aire o gas		30 - 100	9 - 30

Fuente: McCabe et al., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ª Ed., McGraw-Hill, 1991

Para la limpieza CIP, la velocidad de las soluciones detergentes o del líquido para el aclarado, no debe ser menor de 1.5 m/s.

Así, para un caudal determinado del fluido a bombear, imponiendo la velocidad máxima del mismo, se determina de forma inmediata el diámetro mínimo de la conducción. Deberá escogerse, en cualquier caso, el diámetro normalizado inmediatamente superior a dicho valor mínimo. Dicho valor es lo que se conoce como el diámetro óptimo de la conducción, pues representa el menor coste posible, cumpliendo las exigencias en cuanto a la velocidad de máxima de circulación del fluido por la misma.

1.3.5 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS

Las tuberías y los accesorios por los cuales se transporta un fluido tienden a resistirse al paso normal del mismo, al que en la mecánica de fluidos lo llamamos resistencia al libre deslizamiento. Cada tipo de accesorio tiene un coeficiente de fricción distinto, al igual que las tuberías. Por ende, es de vital importancia que al momento de dimensionar las tuberías se tenga en cuenta las caídas de presión totales del sistema. Normalmente cuando no se tienen en cuenta estas consideraciones, cuando se pone en marcha los sistemas hidráulicos no cumplen la presión para la cual fueron adquiridas.

Los tubos y tuberías se clasifican en función de su diámetro y del espesor de pared. El tamaño óptimo de tubería, para un caso determinado, depende de los costes relativos de instalación, de la potencia, mantenimiento y de las tuberías y accesorios de repuesto.

Accesorios: Los accesorios son aquellas que se utilizan para realizar trabajos específicos tales como: cambios de dirección, corte de fluido, modulación, medición, etc.

Figura 10 Accesorios para Tuberías de Agua



Fuente: Internet

El flujo volumétrico en las curvas y en los codos es más turbulento que en las tuberías rectas, por lo que aumentan la corrosión y la erosión. Esto se puede contrarrestar al escoger un componente con mayor radio de curvatura, pared más gruesa o un contorno interior más liso; pero raramente resulta económico en los codos a inglete.

Coefficiente de Fricción:

Las pérdidas de energía son proporcionales a la carga de velocidad del fluido, conforme pasa por un codo, expansión o contracción de la sección de flujo, o por una válvula. Por lo general, los valores experimentales de las pérdidas de energía se reportan en términos de un coeficiente de resistencia K como sigue:

$$h_L = K \frac{v^2}{2g}$$

En esta ecuación, h_L es la pérdida menor, K es el coeficiente de resistencia y “v” es la velocidad promedio del flujo en el tubo donde ocurre la pérdida menor. En ciertos casos puede haber más de una velocidad de flujo, como en las expansiones y

contracciones. Es de la mayor importancia que sepa cuál velocidad usar con cada coeficiente de resistencia.

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

Caída de Presión en Tuberías:

La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación usada en hidráulica la que nos permite realizar el cálculo de la pérdida de carga por la fricción dentro una tubería llena. Esta ecuación fue inicialmente una variante de la ecuación de Prony, desarrollada por el francés Henry.

Esta fórmula permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que inciden en la pérdida de presión o energía en una tubería. Es una de las pocas expresiones que agrupan estos factores. La ventaja de ésta fórmula es que puede aplicarse a todos los tipos de flujo hidráulico (laminar, transicional y turbulento), debiendo el coeficiente de fricción tomar los valores adecuados, según corresponda.

$$h_f = f x \frac{L}{D} x \frac{V^2}{2g}$$

Para realizar los cálculos de caudal se tomará la siguiente relación: $Q=V.A$

1.3.6 CÁLCULO DE BOMBAS

Son dos los tipos de bombas que se utilizan en instalaciones de proceso:

Bombas centrífugas, muy extendidas:

Cuentan con una gran variedad de aplicaciones. Están especialmente indicadas para el manejo de productos de baja viscosidad, no siendo aptas para líquidos

fuertemente aireados. Este tipo de bomba es el que se debe utilizar siempre que la aplicación concreta lo permita, ya que es la más barata en cuanto a compra, operación y mantenimiento, y también la más adaptable a diferentes condiciones de operación. Se recurrirá a ella para el bombeo de todo tipo de líquidos de relativamente baja viscosidad y que no requieran un tratamiento particularmente suave.

Bombas de desplazamiento positivo:

Existen diversas clases, como las alternativas (pistón) y las rotativas (lóbulos). Están especialmente indicadas para el bombeo de fluidos de viscosidad elevada.

Algunos conceptos importantes para el cálculo de bombas, son:

Altura total de aspiración:

Representa la presión a la entrada de la bomba. Es la suma algebraica de la altura estática de aspiración (distancia de la superficie libre del líquido al eje de la bomba), presión existente sobre el líquido y pérdidas de carga por rozamiento de la tubería de aspiración. Los dos primeros sumandos pueden ser positivos o negativos, pero el tercero es siempre negativo.

Altura total de impulsión:

Es la suma algebraica de la altura estática de impulsión, pérdida de carga en la impulsión y presión sobre el líquido en el punto de recepción.

La diferencia entre las alturas totales de impulsión y de aspiración es la carga de la bomba, es decir, la energía que ha de ser conferida al fluido.

Carga neta positiva de aspiración:

Se representa por las siglas NPSH (de la expresión inglesa "Net Positive Suction Head") y es necesario diferenciar entre dos conceptos: la NPSH requerida (NPSH_r) y la NPSH disponible (NPSH_{dis}). La primera depende del diseño de la bomba y representa la energía necesaria para llenar la parte de aspiración de la misma y vencer las pérdidas por rozamientos y aumento de velocidad desde la conexión de aspiración hasta el punto donde se incrementa la energía. Es, por tanto, un valor

que depende del diseño constructivo de la bomba y que debe suministrar el fabricante de la misma. La NPSH disponible es la diferencia entre la presión a la entrada de la bomba y la tensión de vapor del fluido a la temperatura de funcionamiento, medidas ambas en metros de columna de líquido. Lógicamente siempre deberá cumplirse que la NPSH_{dis} sea mayor o igual que la NPSH_r. Por otro lado la NPSH_{dis} siempre habrá de ser positiva y lo mayor posible, ya que de este modo se evitará que la presión a la entrada de la bomba descienda por debajo de la presión de vapor del fluido en las condiciones de temperatura existentes en dicho punto, lo que provocaría la aparición de burbujas de vapor, con el consiguiente peligro de que la bomba entre en cavitación lo que reduce su carga y eficacia al tiempo que daña el material de la misma, reduciendo seriamente la vida útil de la bomba.

1.3.7 SELECCIÓN DE BOMBAS

Para la selección del modelo adecuado de bomba (una vez establecido el tipo de ésta) se recurrirá a las llamadas curvas características de la bomba, aportadas por el fabricante de las mismas. Se necesitan tres curvas diferentes:

- ✓ Las de caudal y carga de la bomba, llamadas curvas QH
- ✓ Las de potencia del motor necesario, kW
- ✓ Las de Carga Positiva Neta de Aspiración Requerida (NPSH_r)

Las curvas características se construyen normalmente mediante pruebas realizadas con agua, por lo que sus datos se deben recalcular si se van a bombear líquidos con otras propiedades físicas.

El modo de proceder, en el caso de las bombas centrífugas, para el empleo de estas curvas es el siguiente:

- ✓ Conocer el fluido a bombear, la temperatura de bombeo y las propiedades físicas del fluido (densidad y viscosidad) a dicha temperatura.
- ✓ Establecer el caudal volumétrico a desarrollar (m³/h).
- ✓ Conocer la carga de la bomba, para lo que hay que determinar previamente las alturas totales de impulsión y aspiración.
- ✓ Con la carga y el caudal que se precisan se ha de acudir a la curva QH y, fijando estas dos magnitudes, determinar el diámetro del rodete, que en caso

de no resultar un valor exacto nos llevaría a escoger el valor mayor más cercano.

- ✓ Con el diámetro de rodete determinado y el caudal, en la curva de potencia se determina el consumo de la bomba. El valor leído en la curva ha de incrementarse en un 15% como margen de seguridad.
- ✓ Finalmente, y en la curva de NPSHr se determina dicho valor, para el caudal desarrollado.

En la actualidad hay disponibles programas informáticos, suministrados por los fabricantes, que realizan la función de las curvas características. Para el caso de las bombas rotativas (de desplazamiento positivo) la elección del modelo adecuado requerirá conocer la viscosidad del fluido a bombear, así como el caudal a desarrollar. Con estos dos valores, y sobre la curva característica de la bomba, se elige el modelo recomendado por el fabricante, que también deberá de suministrar datos como la potencia del motor y la NPSHr.

1.4 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

¿Mediante el redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua se logrará mejorar el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola?

1.4.1 Delimitación de la Investigación.

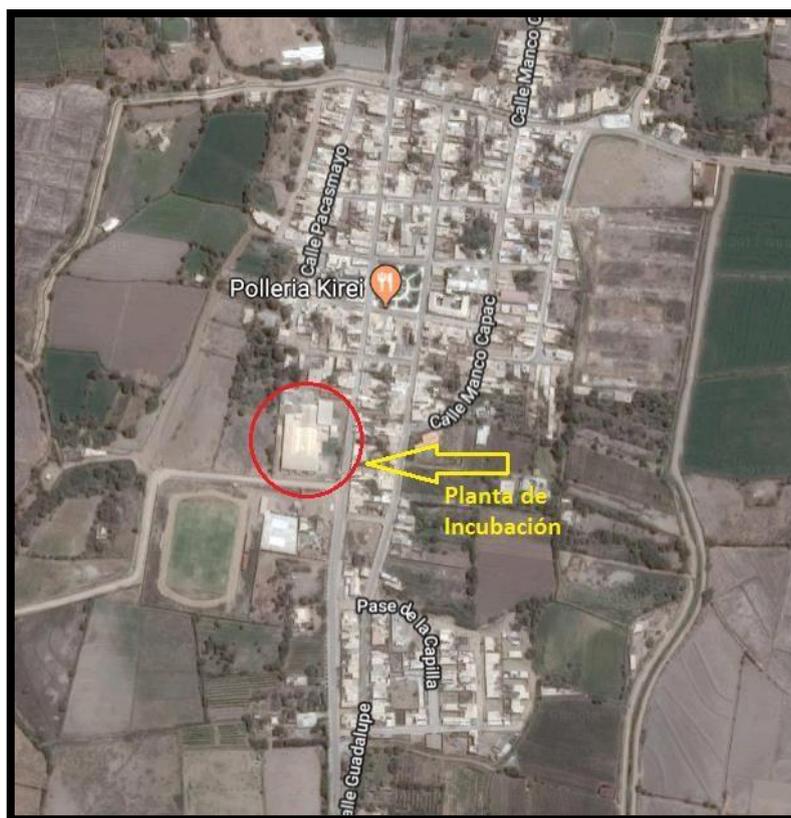
Lugar: Jequetepeque.

Organización: Técnica Avícola S.A.

Sujetos: Estudiante de la facultad de ingeniería mecánica, mecánicos y operarios de turno de la empresa Técnica Avícola S.A. y personal autorizado.

Periodo de tiempo: 1 año

Figura 11 Ubicación física de área de estudio



Fuente: Google Maps

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1 Justificación Tecnológica

La investigación sobre el “Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola S.A.”, mediante el análisis del sistema de distribución de agua permitirá a los propietarios y administradores valorar la importancia de una buena planificación al momento de desarrollar proyectos de ampliaciones de planta por crecimiento, esto debido a que la empresa ha ido incrementando su capacidad de producción en los últimos diez años, empujado a que sus procesos cambien, se optimicen y apuesten por la mejora. La planta de incubación de huevo fértil de pollo de engorde no es ajena a esto, teniendo tres generaciones de máquinas 2006, 2013 y 2016.

Parte de dicho crecimiento ha requerido que se hagan análisis y cambios en la infraestructura y principales suministros tales como energía eléctrica, agua y aire comprimido debido a que en el diseño original no se previó estos cambios rápidos.

1.5.2 Justificación Ambiental

La investigación sobre el “Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola S.A.” tendrá en consideración el impacto sobre el medio ambiente, con la finalidad de reducir la mortalidad de pollitos de descarte y mejorar el proceso, por lo cual se obtienen los siguientes beneficios:

- Menor contaminación en aguas residuales.
- Mejora de los procesos de producción, favoreciendo el ahorro de energía eléctrica, agua y materias primas.
- Facilita la incorporación de tecnologías que mejoren los procesos de mantenimiento y limpieza, siendo más eficaz en tiempos y materiales.
- Mejora continua de la gestión de mantenimiento.

1.5.3 Justificación Económica

La investigación sobre el “Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola S.A.”, generará una reducción de costos para la empresa, debido al mejor desempeño del proceso de incubación, referido al porcentaje de descarte que actualmente se encuentra alrededor de 1.5% y la meta es llegar a 0.9%, lo cual genera un aumento de la productividad de la planta, mayores ingresos, mejor desempeño de máquina, reducción de costos, entre otros.

1.5.4 Justificación Social

La investigación sobre el “Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola S.A.”, beneficiará a las familias peruanas sobre todo del norte y oriente del país ya que Técnica Avícola aporta aproximadamente con el 10% de proteína animal.

1.6 HIPÓTESIS

Con el redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua se mejorará el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola S.A.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

- a. Redimensionar el sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB en la empresa Técnica Avícola S.A., 2017.

1.7.2. Objetivos Específicos

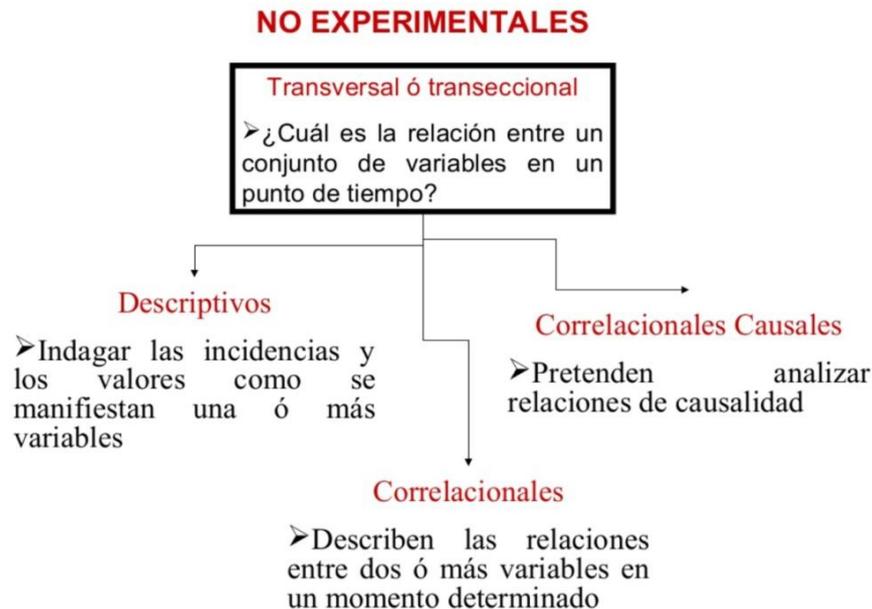
- a. Rediseñar el sistema de tuberías que abastece a las máquinas incubadoras.
- b. Mejorar el diseño del actual tanque hidroneumático proponiendo su fabricación.
- c. Realizar el cálculo y selección de bombas.
- d. Elaborar un análisis económico.

2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

21 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo es de la clase no experimental, Tipo Transversal.

Figura 12 Tipos de Investigación



Fuente: Internet

La investigación será de clase no experimental debido a que tendrá el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Será como tomar una fotografía de algo que está sucediendo en la planta de incubación referente al sistema de agua de las incubadoras y nacedoras.

La investigación será de tipo transversal, lo cual consiste en buscar la relación entre dos o más variables para llegar a proponer una solución. El tipo de investigación tendrá participación de varias variables, las cuales interactuarán en conjunto para encontrar y proponer una solución al problema actual que se presenta en la Planta de Incubación de Jequetepeque.

22 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

- Variable independiente: Sistema de abastecimiento de agua
- Variable dependiente: Proceso de incubación de pollo BB.

Tabla 7 Cuadro de Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidades
Sistema de abastecimiento de agua	Sistema de obras de ingeniería concatenadas, que permiten llevar hasta el punto designado agua potable. (Cortés, 2007).	Se hará uso de: Toma de datos.	Presión hidrostática. Caudal Diámetro de Tubería	PSI m3/s Pulgadas
Proceso de incubación de pollo BB	La incubación artificial de huevos fértiles es un proceso de corta duración, en la cual las máquinas incubadoras simulan las condiciones ambientales en las que las gallinas incuban sus huevos naturalmente. (López, 2014).	Se hará uso de: Toma de datos y diagnósticos. Diseño de procesos. Seguimiento y control de indicadores.	Número de pollitos de descarte. Mortalidad embrionaria. Mortalidad de primera semana. Peso del PBB de nacimiento.	Pu % % Kg.

Fuente: Elaboración propia

23 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está conformada por la cantidad de incubaciones realizadas durante el año 2017, TECAVI posee 39 máquinas incubadoras, por ende, se realizan 39 incubaciones al mes, haciendo un total de 468 incubaciones al año.

Realizando el cálculo de la muestra estadística con un nivel de confianza de 95%, la cantidad de incubaciones a analizar es de 212.

24 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 8 Técnicas e Instrumentos de Investigación

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
LA ENTREVISTA	CUESTIONARIO DE ENTREVISTA
Es la técnica de recolección de datos, a través de la información que nos proporcionan una o varias personas (especialistas, conocedoras del tema y artistas plásticos).	El cuestionario de entrevista precisa las preguntas tal cual se formularán al entrevistado sobre el hecho educativo de investigación (Anexo A 32).

Fuente: Elaboración propia

25 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

El enfoque de la investigación será mixto, cualitativo y cuantitativo:

Cuantitativo porque consiste “en utilizar la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento”

Se tomará el enfoque cuantitativo porque se pretende obtener la recolección de datos para conocer o medir el estado actual en estudio y encontrar soluciones para la misma. Realizar cálculos de dimensionamiento, recomendaciones y/o

propuestas. Algunos tipos serán el diagrama de Pareto, el gráfico de líneas para analizar tendencias, etc.

La investigación será cualitativa, la cual consiste “en utilizar la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso”.

Se tomará el enfoque cualitativo porque se realizará un proceso inductivo es decir que se explorará y describirá el fenómeno en estudio para obtener perspectivas teóricas de la investigación que se realizara.

26 ASPECTOS ÉTICOS

Toda la investigación será realizada respetando los siguientes aspectos éticos:

1. Respeto por las personas en su integridad y autonomía
2. Búsqueda de bienestar
3. Justicia
4. Honestidad
5. Competencia profesional y científica
6. Responsabilidad
7. Respetando los derechos de autor
8. Condiciones de infraestructura

3 RESULTADOS

3.1. Diagnóstico Inicial

3.1.1. Diagnóstico de resultados del proceso de incubación

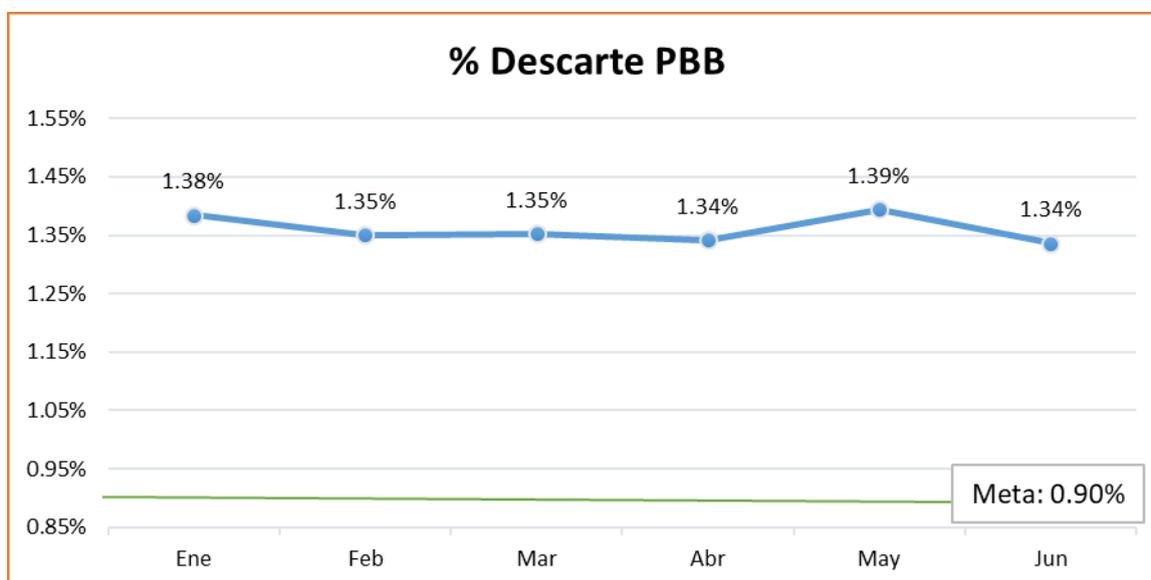
Se realizó el diagnóstico inicial, se comenzó por analizar los resultados del porcentaje % de descarte del proceso de incubación durante el primer semestre del año 2017, teniendo un total de 111 incubaciones. En el anexo n° 28 se detalla los % de descarte de las 111 incubaciones.

Tabla 9 Porcentaje % de descarte de PBB primer semestre 2017

Mes	% descarte
Ene	1.38%
Feb	1.35%
Mar	1.35%
Abr	1.34%
May	1.39%
Jun	1.34%

Fuente: TECAVI

Gráfico 2 Porcentaje % de descarte de PBB primer semestre 2017



Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que el promedio de porcentaje % de descarte durante el primer semestre del año 2017, es de 1.36%, encontrándose una diferencia de 0.46% con respecto a la meta de 0.90%, y para calcular la variación porcentual

utilizamos la siguiente fórmula $((\text{Valor final} - \text{Valor inicial}) / \text{Valor inicial})\%$, entonces $((1.36 - 0.90) / 0.9)\%$, nos da una variación porcentual de 51.1%.

Se realizó el cálculo económico de la pérdida para un porcentaje % de descarte alto, se tiene la siguiente data con la cantidad de huevos a incubar (HI) en el primer semestre del 2017.

Tabla 10 Cantidad de Huevos incubables del primer semestre 2017

Mes	HI
Ene	2,766,768
Feb	2,812,634
Mar	2,987,152
Abr	3,116,426
May	2,776,385
Jun	2,930,510

Fuente: TECAVI

Teniendo en cuenta que el costo de cada PBB nacido es de S/ 0.90 y el porcentaje % de nacimiento de cada mes, calculamos la pérdida por la diferencia de aproximadamente 0.5% de más en el descarte.

Tabla 11 Calculo de la pérdida económica del primer semestre 2017

Mes	HI	% Nac neto	% descarte	Meta	diferencia de % descarte	Qty. PBB descartado por diferencia	costo PBB	Pérdida económica
Ene	2,766,768	80%	1.38%	0.90%	0.48%	13,280	0.9	S/11,952
Feb	2,812,634	78%	1.35%	0.90%	0.45%	12,657	0.9	S/11,391
Mar	2,987,152	79%	1.35%	0.90%	0.45%	13,442	0.9	S/12,098
Abr	3,116,426	79%	1.34%	0.90%	0.44%	13,712	0.9	S/12,341
May	2,776,385	83%	1.39%	0.90%	0.49%	13,604	0.9	S/12,244
Jun	2,930,510	82%	1.34%	0.90%	0.44%	12,894	0.9	S/11,605
Total	17,389,875					79,590		S/71,631

Fuente: TECAVI

Se define algunos indicadores de la tabla:

- Porcentaje % Nacimiento neto: es el porcentaje % de nacimiento total menos el porcentaje % de descarte, cabe resaltar que la máxima eficiencia del proceso es de 85% aproximadamente, el 15% restante pertenecen a huevos

que no estuvieron fertilizados o que tuvieron algún defecto dentro de sus 19 días de incubación.

- Porcentaje % Descarte: es el porcentaje % de PBB nacidos con algún defecto de nacimiento y que no son aptos para la crianza.

Se realizó el cálculo de la pérdida económica con respecto a la meta, de la siguiente manera, tomando en cuenta los datos del mes de mayo como ejemplo:

2,776,385 Huevos incubables, un porcentaje % nacimiento neto de 83% y una diferencia de 0.49% de descarte con respecto a la meta de 0.9% (1.39% de descarte de mayo según tabla n° 9).

- Para determinar el total de PBB nacidos, se multiplica la cantidad de HI por la suma del porcentaje % de nacimiento neto (83%) más el % de descarte (1.39%), resultando un total de 2,342,991 PBB nacidos.
- Para determinar la cantidad de PBB descartado por diferencia se multiplica 2,776,385 por 0.49%, resultando 13,604 PBB descartado.
- Se multiplica los 13,604 PBB descartados por S/ 0.9 resultando una pérdida económica de S/12,244.

Como se puede observar en la tabla n° 11, la cantidad de PBB descartados hacen un total de 79,590; lo que en costo significa un total de S/ 71,631 durante el primer trimestre del año 2017.

3.1.2. Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua

Se revisó el comportamiento de la presión de agua (bar), se tomó solo las primeras 20 incubaciones realizados durante el primer semestre del año 2017. En el anexo n° 29 se detallan las presiones de la muestra de 111 incubaciones durante sus 19 días de incubación, en el periodo de enero 2017 a junio 2017.

Tabla 12 Presión de agua de las primeras 20 incubaciones realizadas durante el primer semestre del año 2017

N° Incubación	Día de Incubación																			Promedio (Bar)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	2.7	2.8	2.6	3.0	2.9	3.0	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	3.0	2.6	2.8	2.9	2.7	2.5	2.9	2.8	2.8
2	2.6	2.5	2.8	3.0	2.5	3.0	2.6	2.9	2.7	2.8	3.0	2.7	3.0	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6	3.0	2.7
3	2.6	2.8	2.6	2.7	3.0	2.9	2.7	3.0	2.5	3.0	2.6	2.5	3.0	2.6	2.5	2.5	2.7	2.6	2.8	2.7
4	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.6	2.7	2.7	2.9	2.6	2.7	2.9	2.6	2.7	2.8
5	2.6	2.5	2.8	2.5	2.9	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	2.8	2.7	2.8	2.5	2.5	3.0	2.7	3.0	2.6	2.7
6	3.0	2.9	2.8	2.8	2.6	2.5	3.0	2.9	2.8	3.0	2.5	2.9	2.8	3.0	2.8	2.7	2.5	2.8	2.5	2.8
7	2.7	2.8	3.0	3.0	2.9	2.5	2.6	2.7	2.7	3.0	2.9	2.5	3.0	3.0	2.9	3.0	2.5	2.9	2.9	2.8
8	2.5	2.5	2.9	2.6	2.5	2.6	2.9	2.5	2.6	2.8	2.9	2.6	2.6	2.5	2.5	2.9	3.0	2.7	3.0	2.7
9	2.8	3.0	2.6	2.6	2.8	2.5	2.6	2.7	3.0	2.8	2.6	3.0	2.6	2.5	2.9	2.6	2.9	2.8	2.6	2.7
10	2.5	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	2.8	2.7	3.0	2.8	2.6	3.0	2.9	3.0	2.7	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8
11	3.0	2.5	2.8	2.8	2.6	2.5	2.7	3.0	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	3.0	2.6	2.9	2.6	2.6	3.0	2.7
12	2.9	3.0	2.8	2.7	2.7	3.0	2.5	2.6	2.9	2.5	2.7	2.8	2.5	2.5	2.8	2.7	2.9	2.6	2.6	2.7
13	2.8	2.6	2.5	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.5	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	2.8	2.6	2.9	2.8	2.8	2.8
14	2.5	2.7	2.6	2.9	2.6	2.5	2.5	3.0	2.8	2.6	2.6	2.8	2.7	3.0	2.5	2.7	2.7	2.5	2.6	2.7
15	2.9	2.7	3.0	2.6	2.9	3.0	2.5	3.0	2.9	2.5	2.6	2.8	2.7	2.7	2.9	3.0	2.9	2.5	2.8	2.8
16	2.8	2.9	2.7	2.7	2.8	2.9	2.6	2.7	2.7	2.7	2.5	2.7	2.7	2.8	2.7	2.9	3.0	2.7	2.9	2.8
17	2.7	2.8	2.9	3.0	2.8	2.7	3.0	2.8	2.9	2.6	2.6	2.8	2.6	3.0	2.6	3.0	2.7	2.9	2.8	2.8
18	2.6	2.9	2.7	2.8	3.0	2.9	2.6	2.6	2.6	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	3.0	3.0	2.7	2.6	2.8	2.8
19	2.6	2.6	2.7	2.6	2.8	3.0	2.6	2.9	2.5	2.7	2.6	2.9	2.8	2.7	3.0	2.7	2.5	2.8	2.5	2.7
20	2.8	2.7	3.0	2.6	3.0	3.0	2.6	2.8	3.0	2.8	2.8	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.5	2.8

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla los valores promedios de la presión de agua durante los 19 días de incubación no se mantienen en 3.0 bar, la cual es la presión requerida por la máquina, ello es la causa por la cual se tiene un porcentaje % de descarte fuera de la meta.

Se realizó una inspección de todo el sistema de abastecimiento de agua, encontrándose lo siguiente.

- Las troncales tanto de agua caliente como de agua fría que alimentan a todas las máquinas son de acero A-36 de diámetro 2.5", su condición es crónica, puesto que la parte interna se encuentra totalmente rugosa a causa de la corrosión y formación de incrustaciones generando grandes pérdidas de presión debido a la fricción además por el tiempo de trabajo y el agua dura que estas transportan, es por esto que no se logra abastecer la demanda de agua a todas las máquinas y menos cuándo estas funcionan a su máxima capacidad.

Figura 13 Óxido en tuberías



Fuente: Técnica Avícola

Figura 14 Óxido y Alto desgaste



Fuente: Técnica Avícola

Figura 15 Alto Contenido de Caliche en Accesorios



Fuente: Técnica Avícola

- Por otro lado, el agua que se suministraba a las máquinas tenía una dureza de entre 800 – 1000 ppm, la cual ocasionaba que por el tiempo esto genere alto contenido de caliche en las bombas y tuberías internas de los radiadores ocasionando problemas y fallas prematuras de los equipos.
- El recorrido realizado por las tuberías de agua era muy largo por el diseño antiguo, generando una caída de presión al llegar a su punto.
- Pozo tubular. - El agua utilizada en las máquinas se extrae de un pozo tubular de aproximadamente de 15 metros de fondo, a través de una bomba de 5 HP. El agua extraída tiene una dureza de aproximadamente 15000 ppm (Partículas por millón), esto es lo que en su recorrido ocasionaba la formación de caliche en las tuberías y desgaste.
- El agua extraída de este pozo era almacenada en una cisterna de 4 metros cúbicos de capacidad de la cual se bombea a la planta a través de una electrobomba de 8HP y un tanque hidroneumático que mantiene la presión constante entre 40 – 60 PSI.
- El tanque hidroneumático no lograba mantener esa presión constante y lo cual empujó a que se tenga que realizar el cambio. Además, el acabado de este debe garantizar que no se corroa por la parte interna. (En el desarrollo se mostrará el plano del nuevo tanque hidroneumático, el tipo de revestimiento interno y externo y la dimensión).

Figura 16 Estado Actual de Patio de Bombas



Fuente: TECAVI

- Luego de que el agua es enviada a planta pasa aún por el proceso de ablandamiento lo cual baja la dureza del agua a 0 ppm, sin embargo, esta agua es almacenada a un tanque pulmón, una vez que llega a este tanque se mezcla con agua antigua y su dureza final queda en aproximadamente 50 – 60 ppm.

Figura 17 Sistema de Ablandamiento



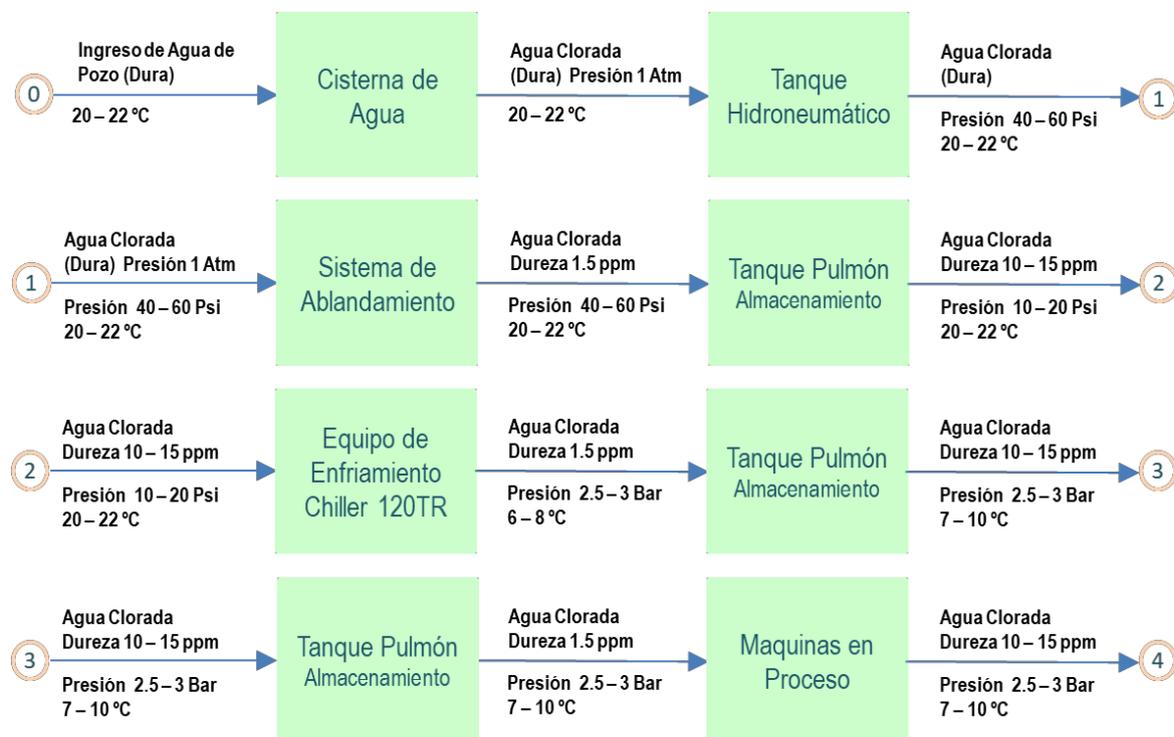
Fuente: TECAVI

- Del tanque pulmón de almacenamiento de agua blanda va hacia los equipos de enfriamiento de agua Chiller de 120 Toneladas de Refrigeración. Estos equipos enfrían el agua manteniéndolas en una temperatura de entre 10 – 12°C.

3.1.3. Caja Negra y matriz morfológica

Para poder obtener los resultados deseados se definió las entradas y las salidas de cada parte funcional de lo que se pretendió analizar, para esto se elaboró la siguiente caja negra.

Figura 18 Caja Negra



Caja Negra

Fuente: elaboración propia

Una vez identificada cada una de las entradas y salidas se procedió a elaborar la matriz morfológica para los puntos a mejorar y evaluar las diferentes alternativas.

Matriz Morfológica de Mejorar Presión de Agua.

Tabla 13 Matriz Morfológica de mejorar presión de agua

MEJORAR PRESIÓN DE AGUA		
ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Tanque Hidroneumático de acero galvanizado de 1/4" sin separación de cámaras	<ul style="list-style-type: none"> * De fácil mantenimiento * De fácil instalación y montaje * Tiempo de vida prolongado 	<ul style="list-style-type: none"> * Costo elevado * Oxidación futura por contacto directo con el agua * Bioseguridad
2. Tanque Hidroneumático de acero A-36 revestido con fibra de vidrio sin separación de cámaras	<ul style="list-style-type: none"> * De fácil mantenimiento * De fácil instalación y montaje * Tiempo de vida prolongado * Acero sin contacto con el agua por la resina y fibra de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> * Costo promedio
3. Tanque Hidroneumático con diafragma interior como separación de cámaras	<ul style="list-style-type: none"> * Presión de trabajo más fina * De fácil instalación y montaje * Tiempo de vida prolongado 	<ul style="list-style-type: none"> * Costo de mantenimiento elevado * Fallas por deterioros de componentes * Costo elevado
4. Tanque Elevado	<ul style="list-style-type: none"> * Presión de trabajo fina con bombas * Mayores volúmenes de caudal 	<ul style="list-style-type: none"> * Construcción compleja * De difícil mantenimiento (Altura) * Tiempo de vida mediano * Costo de mantenimiento elevado * Fallas por deterioro de componentes * Costo elevado

Fuente: Elaboración propia

Matriz Morfológica de Rediseñar el sistema de alimentación de agua a máquinas.

Tabla 14 Matriz Morfológica de Rediseño de sistema de alimentación de agua a máquinas.

REDISEÑAR EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA A MÁQUINAS		
ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Limpieza química e incremento de capacidad de bombas	<ul style="list-style-type: none"> * Bajo costo * De fácil aceptación de presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> * Confiabilidad no garantizada * Fugas de agua por picaduras * Alto riesgo a la producción * Mediano tiempo de vida
2. Cambio de tuberías A-36 de 2.5" a tuberías A-36 de 3.5" con nuevas bombas	<ul style="list-style-type: none"> * Compleja instalación y montaje * Tiempo de vida prolongado 	<ul style="list-style-type: none"> * Costo elevado * Futura corrosión interna
3. Cambio total de tuberías A-36 de 2.5" a tuberías de plástico tricapa de 3.5"	<ul style="list-style-type: none"> * Compleja instalación y montaje * Tiempo de vida prolongado * Cero fallas por formación de caliche * Cero contaminación por corrosión interna 	<ul style="list-style-type: none"> * Costo elevado

Fuente: Elaboración propia

Criterios de Evaluación:

Tabla 15 Criterios de evaluación

CRITERIO	VARIABLE	VALOR
Manufacturabilidad	MAF	1
Seguridad	S	2
Mantenimiento	MAN	0.5
Costos	C	2
Vibraciones	V	0.5
Tamaño	T	0.5
Peso	P	0.5
Funcionalidad	RES	1.5
Calidad	F	0.5
Confiabilidad	PE	1
Puntaje Total		10

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DE EVALUACIÓN

Tabla 16 RESULTADOS DE EVALUACIÓN

ASPECTOS	ALTERNATIVAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN										TOTAL
		MAF	S	MAN	C	V	T	P	RES	F	PE	
MEJORAR PRESIÓN DE AGUA	1. Tanque Hidroneumático de acero galvanizado de 1/4" sin separación de cámaras	1	2	0.5	0	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1	8
	2. Tanque Hidroneumático de acero A-36 revestido con fibra de vidrio sin separación de cámaras	1	2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1	10
	3. Tanque Hidroneumático con diafragma interior como separación de cámaras	1	1	0.5	0	0	0.5	0.5	1.5	0.5	0	5.5
	4. Tanque Elevado	0	1	0	2	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1	7.5
DOSIFICACIÓN DE AGUA A MÁQUINAS INCUBADORAS	1. Limpieza química e incremento de capacidad de bombas	1	1	0.5	0	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1	7
	2. Cambio de tuberías A-36 de 2.5" a tuberías A-36 de 3.5" con nuevas bombas	1	1	0	0	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1	6.5
	3. Cambio total de tuberías A-36 de 2.5" a tuberías de plástico tricapa de 3.5"	1	2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	1.5	0.5	1	10

Fuente: Elaboración propia

De este resultado, se partió para realizar la investigación y cálculos correspondientes para cada punto a mejorar, lo cual es sustentado debidamente más adelante.

Se debe tener en cuenta, que solo las tuberías y el tanque hidroneumático son los que se han cambiado, el resto de equipos como el chiller, ablandadores, tanques pulmón y componentes internos de las incubadoras, se mantienen igual.

3.2. Redimensionamiento del sistema de tuberías que abastece a las máquinas incubadoras.

Para el análisis del dimensionamiento y selección de las tuberías de transporte de agua a las máquinas incubadoras, se debe determinar el caudal o flujo volumétrico máximo requerido por cada incubadora y de esta manera asegurar el correcto diámetro nominal de la red de tuberías.

En la tabla 17, se detallan los principales valores de operación de las maquinas incubadoras y valores termofísicos del fluido (agua)

Tabla 17 Parámetros de operación de las incubadoras

PARÁMETROS DE OPERACIÓN	VALOR	UNIDAD	ANEXO
Número de incubadoras	39	-	Empresa
Energía unitaria por incubadora	10	KWh	A.1
Tiempo de operación	4	h	A.1
Potencia unitaria por incubadora	$10/4=2.5$	KW	Empresa
Temperatura del agua de ingreso	7	°C	Empresa
Calor específico del agua de ingreso	4210.6	J/Kg°C	A.2
Densidad del agua de ingreso	999.305	Kg/m ³	A.2
Temperatura del agua de salida	9	°C	Empresa
Calor específico del agua de salida	4206.2	J/Kg°C	A.2
Densidad del agua de salida	999.135	Kg/m ³	A.2

Calor específico promedio del agua	4208.4	J/Kg°C	Cálculo
Densidad promedio del agua	999.22	Kg/m ³	Cálculo

Fuente: Elaboración propia

Realizando un balance masa y energía a una incubadora, para determinar el flujo másico de agua máximo necesario, tenemos:

$$\dot{m}_{\text{agua}} * \bar{C}_{\text{agua}} * \Delta T = P_{\text{agua}}$$

Dónde:

\dot{m}_{agua} : Flujo másico de agua requerido por una incubadora

\bar{C}_{agua} : Calor específico promedio del agua en la incubadora

ΔT : Variación de la temperatura del agua en la incubadora

P_{agua} : Potencia térmica unitaria del agua en la incubadora

Reemplazando:

$$\dot{m}_{\text{agua}} * 4208.4 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (9 - 7)^\circ\text{C} = 2500 \text{ W}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = 0.297 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

Una obtenido el flujo másico de agua máximo requerido por cada incubadora, determinamos el caudal o flujo volumétrico unitario, según la formulación:

$$\rho_{\text{agua}} = \frac{\dot{m}_{\text{agua}}}{Q_{\text{agua}}}$$

$$Q_{\text{agua}} = \frac{\dot{m}_{\text{agua}}}{\rho_{\text{agua}}}$$

Dónde:

Q_{agua} : Caudal o flujo volumétrico unitario (Para una incubadora)

m_{agua} : Flujo másico de agua por cada incubadora

ρ_{agua} : Densidad promedio del agua

Reemplazando:

$$Q_{\text{agua}} = \frac{0.297 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}}{999.22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$

$$Q_{\text{agua}} = 2.972 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Convirtiendo de m^3/s a lt/s (conversión: $1\text{m}^3=1000 \text{lt}$), tenemos:

$$Q_{\text{agua}} = 0.297 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Podemos indicar que el caudal de agua necesario por cada incubadora es 0.297 lt/s , por lo consiguiente el caudal total requerido por la planta Técnica Avícola, sería:

$$(Q_{\text{agua}})_t = Q_{\text{agua}} * N_i$$

Dónde:

$(Q_{\text{agua}})_t$: Caudal máximo requerido por las incubadoras de la empresa

Q_{agua} : Caudal requerido por una incubadora

N_i : Número de incubadoras

Reemplazando:

$$(Q_{\text{agua}})_t = 0.297 \frac{\text{lt}}{\text{s}} * 39$$

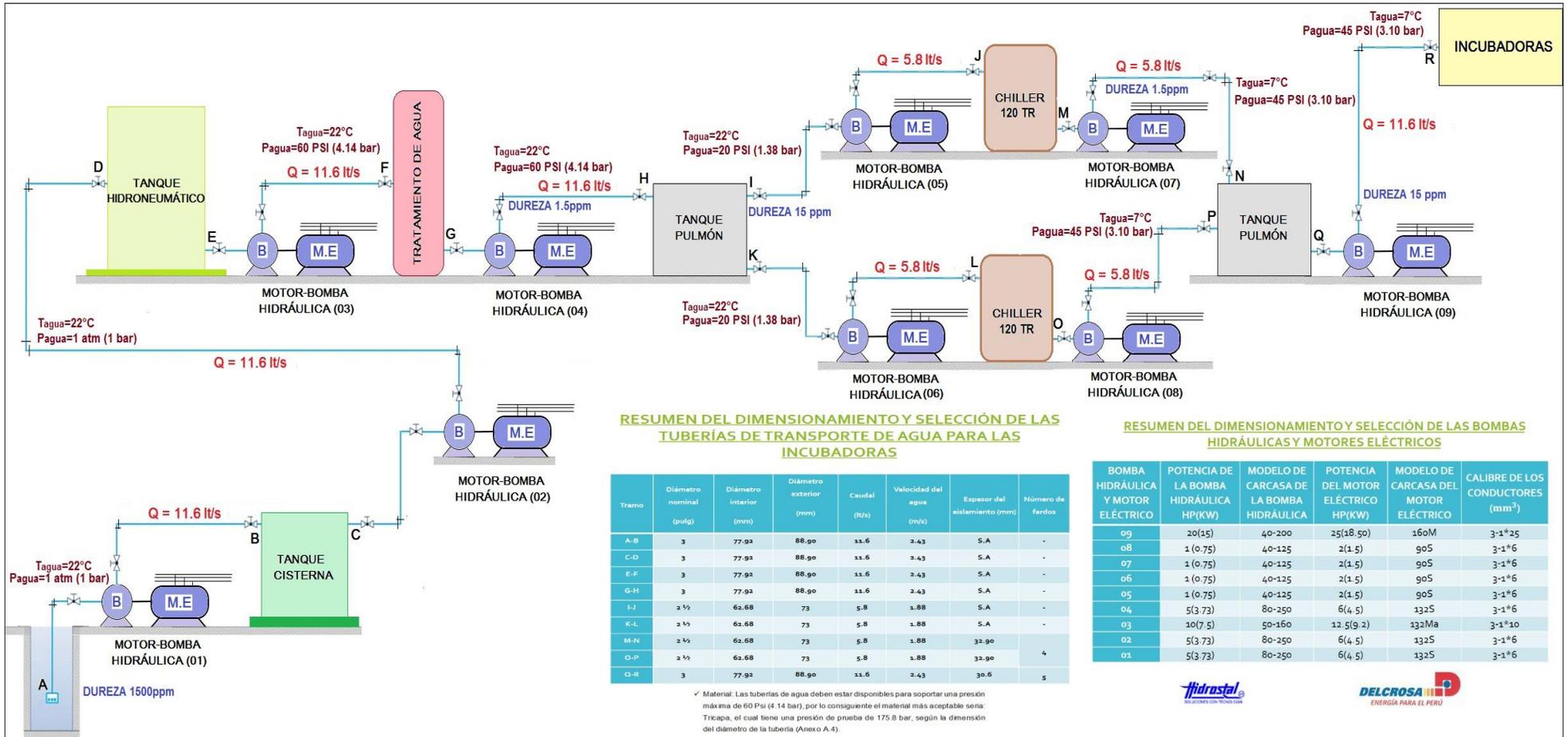
$$(Q_{\text{agua}})_t = 11.6 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Convirtiendo de lt/s a m³/s (conversión: 1m³=1000 lt), tenemos:

$$(Q_{\text{agua}})_t = 0.0116 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

En la figura 19, se muestra la nueva distribución del caudal, para cumplir la demanda de agua requerida por las incubadoras.

Figura 19 Distribución del caudal en el sistema de transporte de agua desde el pozo hacia las incubadoras



Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Dimensionamiento del diámetro de las tuberías:

3.2.1.1. Redes de tuberías A-B, C-D, E-F, G-H y Q-R:

Estos tramos tendrán el mismo diámetro nominal, debido a que circulara el mismo caudal por cada uno de ellos.

De la formula, del caudal:

$$Q_1 = V_1 * A_1$$

El área transversal de la tubería:

$$A_1 = \frac{\pi * d_1^2}{4}$$

Sustituyendo:

$$Q_1 = V_1 * \left(\frac{\pi * d_1^2}{4} \right)$$

Despejando el diámetro interior de la tubería:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * Q_1}{\pi * V_1}}$$

Dónde:

Q_1 : Caudal de los tramos A-B, C-D, E-F, G-H y Q-R, $Q_1 = 0.0116 \text{ m}^3/\text{s}$

V_1 : Velocidad del agua en los tramos A-B, C-D, E-F, G-H y Q-R (Teniendo en consideración que la velocidad de succión y descarga en las bombas, será la misma). Haciendo uso del criterio de la ingeniería la velocidad del agua en redes de tuberías debe oscilar entre el rango de 1.3 a 4.3 m/s (Anexo A.3), para lo cual se trabajará inicialmente con el valor medio de 2.8 m/s.

Reemplazando:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * 0.0116 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$d_1 = 0.0726 \text{ m} = 72.6 \text{ mm} = 2.86 \text{ in}$$

- Normalizando el diámetro del diámetro de la tubería:

✓ Material: Las tuberías de agua deben estar disponibles para soportar una presión máxima de 60 Psi (4.14 bar), por lo consiguiente el material más aceptable sería: Tricapa, el cual tiene una presión de prueba de 175.8 bar, según la dimensión del diámetro de la tubería (Anexo A.4).

✓ Número de cédula: Para un factor de servicio, recomendado de 1.5

$$\text{SCH} = 1000 \left(\frac{P}{S} \right) * fs$$

Dónde:

SCH: Número de cédula de la tubería

P: Presión de operación máxima de las tuberías de agua, P=4.14 bar

S: Esfuerzo máximo del material de las tuberías, S=175.8 bar (Anexo A.4).

Sustituyendo:

$$\text{SCH} = \frac{1000 * 4.14 \text{ bar}}{175.8 \text{ bar}} * 1.5 = 35.32 \approx 40$$

✓ Dimensiones de la tubería: Las dimensiones normalizadas de las tuberías para el transporte de agua (Anexo A.4), serían:

$$D_n = 3 \text{ pulg } \left\{ \begin{array}{l} d_{\text{ext}} = 88.90 \text{ mm} \\ t = 5.49 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$d_{\text{int}} = d_{\text{ext}} - 2t = 88.9 - 2 * 5.49 = 77.92 \text{ mm}$$

✓ Vida estimada máxima de la tubería: El Código ASME Sección VIII Div. 1, establece que la velocidad de corrosión para tuberías tricapa es 0.127 mm/año (0.005 in/año):

$$t_{\text{vida}} = c$$

Dónde:

t_{vida} : Tiempo de vida máximo de vida de la tubería

c: Velocidad de corrosión del material de la tubería, $C= 0.127$ mm/año

t: Espesor de la tubería, $t=5.49$ mm

$$t_{\text{vida}} = \frac{5.49 \text{ mm}}{0.127 \frac{\text{mm}}{\text{año}}} = 43 \text{ años}$$

Recalculando la velocidad del agua en las tuberías A-B, C-D, E-F, G-H y Q-R:

$$V_1 = \frac{Q_1}{\frac{\pi * d^2}{4}}$$
$$V_1 = \frac{0.0116 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\frac{\pi * (0.07792 \text{ m})^2}{4}}$$
$$V_1 = 2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cabe señalar, que la velocidad del agua varía entre los valores de 1.3 a 4.3 m/s (Anexo A.3), indicando que la velocidad determinada está dentro del rango.

3.2.1.2. Redes de tuberías I-J, K-L, M-N y O-P:

Estas redes de tuberías tendrán el mismo diámetro nominal, por lo que circula el mismo caudal de agua por cada uno de ellos.

De la formula, del caudal:

$$Q_2 = V_2 * A_2$$

El área transversal de la tubería:

$$A_2 = \frac{\pi * d_2^2}{4}$$

Sustituyendo:

$$Q_2 = V_2 * \left(\frac{\pi * d_2^2}{4} \right)$$

Despejando el diámetro interior de la tubería:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 * Q_2}{\pi * V_2}}$$

Dónde:

Q_2 : Caudal de los tramos I-J, K-L, M-N y O-P, $Q_1 = 0.0058 \text{ m}^3/\text{s}$

V_2 : Velocidad del agua en los tramos I-J, K-L, M-N y O-P (Teniendo en consideración que la velocidad de succión y descarga en las bombas, será la misma). Haciendo uso del criterio de la ingeniería la velocidad del agua en redes de tuberías debe oscilar entre el rango de 1.3 a 4.3 m/s (Anexo A.3), para lo cual se trabajará inicialmente con el valor medio de 2.8 m/s.

Reemplazando:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 * 0.0058 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$d_2 = 0.05135 \text{ m} = 51.35 \text{ mm} = 2.02 \text{ in}$$

- Normalizando el diámetro del diámetro de la tubería:

✓ Material: Las tuberías de agua deben estar disponibles para soportar una presión máxima de 60 Psi (4.14 bar), por lo consiguiente el material más aceptable sería: Tricapa, el cual tiene una presión de prueba de 175.8 bar, según la dimensión del diámetro de la tubería (Anexo A.4).

✓ Número de cédula: Para un factor de servicio, recomendado de 1.5

$$SCH = 1000 \left(\frac{P}{S} \right) * fs$$

Dónde:

SCH: Número de cédula de la tubería

P: Presión de operación máxima de las tuberías de agua, $P=4.14 \text{ bar}$

S: Esfuerzo máximo del material de las tuberías, S=175.8 bar (Anexo A.4).

Sustituyendo:

$$SHC = \frac{1000 * 4.14 \text{ bar}}{175.8 \text{ bar}} * 1.5 = 35.32 \approx 40$$

✓ Dimensiones de la tubería: Las dimensiones normalizadas de las tuberías para el transporte de agua (Anexo A.4), serían:

$$D_n = 2 \frac{1}{2} \text{ pulg } \left\{ \begin{array}{l} d_{\text{ext}} = 73 \text{ mm} \\ t = 5.16 \text{ mm} \\ d_{\text{int}} = d_{\text{ext}} - 2t = 73 - 2 * 5.16 = 62.68 \text{ mm} \end{array} \right.$$

✓ Vida estimada máxima de la tubería: El Código ASME Sección VIII Div. 1, establece que la velocidad de corrosión para tuberías de plástico con recubiertas de 2 a 3 placas es 0.127 mm/año (0.005 in/año):

$$t_{\text{vida}} = \frac{t}{c}$$

Dónde:

t_{vida} : Tiempo de vida máximo de vida de la tubería

c: Velocidad de corrosión del material de la tubería, C= 0.127 mm/año

t: Espesor de la tubería, t=5.16 mm

$$t_{\text{vida}} = \frac{5.16 \text{ mm}}{0.127 \frac{\text{mm}}{\text{año}}} = 41 \text{ años}$$

Recalculando la velocidad del agua en las tuberías I-J, K-L, M-N y O-P:

$$V_2 = \frac{Q_2}{\frac{\pi * d_2^2}{4}}$$
$$V_2 = \frac{0.0058 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\frac{\pi * (0.06268 \text{ m})^2}{4}}$$
$$V_2 = 1.88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cabe señalar, que la velocidad del agua varía entre los valores de 1.3 a 4.3 m/s (Anexo A.3), indicando que la velocidad determinada está dentro del rango.

3.2.2. Aislamiento térmico de las tuberías de agua fría

El aislamiento térmico se aplicará en referencia a las tuberías M-N, O-P y Q-R, que son las tuberías que transportan el agua fría a la temperatura más baja de 7°C.

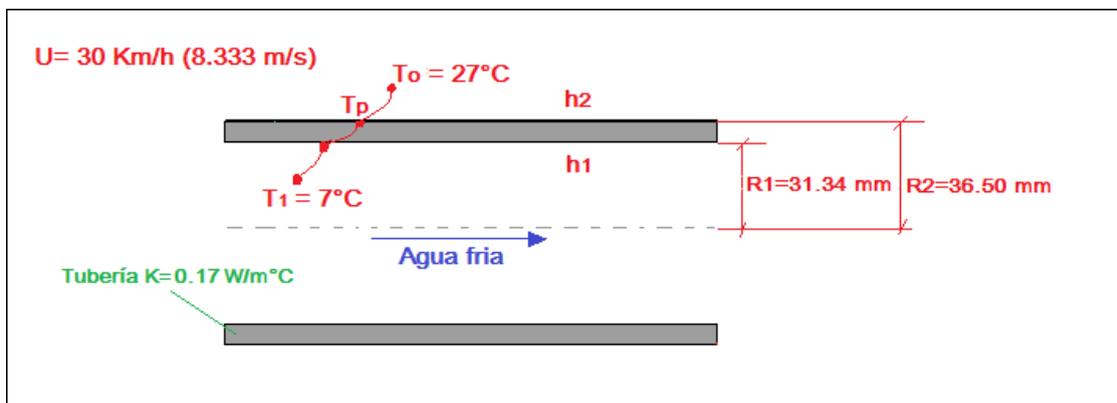
3.2.2.1. Aislamiento térmico a las tuberías M-N y O-P:

El análisis de aislamiento térmico, se debe efectuar con la temperatura más baja del agua fría, es decir 7°C, para asegurar el correcto espesor de aislamiento.

3.2.2.1.1. Análisis en tuberías M-N y O-P sin aislamiento:

En la figura 20, se muestra las condiciones a las que están expuestas las tuberías M-N y O-P, donde la conductividad térmica del PVC Tricapa de la tubería es 0.17 W/m°C (Anexo A.5). Para el aislamiento de una tubería se deben tener en consideración la temperatura media del aire y la velocidad máxima del aire según la zona, en este caso en la ciudad de Pacasmayo la temperatura del aire es 27°C (Anexo A.6) y la velocidad del aire 8.333 m/s (Anexo A.7).

Figura 20 Tubería M-N y O-P sin aislante térmico



Fuente: elaboración propia

a) **Coefficiente de convección del aire (h2):** Para evaluar el coeficiente exterior que afecta directamente a las tuberías de agua fría a través de la velocidad del aire, se procede:

$$h_2 = 11.6 + 6.96 * \sqrt{U_{\text{aire}}}$$

Dónde:

$$U_{\text{aire}} = 8.333 \frac{\text{m}}{\text{s}} (\text{Velocidad del aire en la ciudad de Pacasmayo})$$

Reemplazando:

$$h_2 = 11.6 + 6.96 * \sqrt{8.333 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$
$$h_2 = 31.70 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

b) Coeficiente de convección del agua (h1): Para evaluar el coeficiente interior que afecta directamente a las tuberías de agua fría a través de la velocidad y temperatura del agua, se realiza el siguiente procedimiento:

- Numero de Reynolds:

$$Re_{\text{agua1}} = \frac{\rho_{\text{agua}} * V_{\text{agua1}} * d_1}{\mu_{\text{agua}}}$$

Dónde:

Re_{agua1} : Número de Reynolds del agua fría en los tramos M-N y O-P

V_{agua1} : Velocidad del agua en los tramos M-N y O-P, $V_{\text{agua1}} = 1.88 \text{ m/s}$

ρ_{agua} : Densidad del agua a 7°C, $\rho_{\text{agua}} = 999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Anexo A.2).

d_1 : Diámetro interior de las tuberías en los tramos M-N y O-P, $d_1 = 62.68 \text{ mm}$

μ_{agua} : Viscosidad dinámica del agua fría a 7°C, $\mu_{\text{agua}} = 1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}$ (Anexo A.2).

El número de Reynolds del agua fría en los tramos M-N y O-P, sería:

$$Re_{\text{agua1}} = \frac{(999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (1.88 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * 62.68 * 10^{-3} \text{ m}}{1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}}$$

$$\text{Re}_{\text{agua1}} = 77599$$

- Número de Nusselt: De la ecuación de Dittus – Boelter

$$Nu_{\text{agua1}} = 0.023 * Re_{\text{agua1}}^{0.8} * Pr_{\text{agua}}^{0.4}$$

Dónde:

Nu_{agua1} : Número de Nusselt del agua fría.

Re_{agua1} : Número de Reynolds del agua fría en los tramos M-N y O-P, $Re_{\text{agua1}} = 77599$

Pr_{agua} : Número de Prandtl del agua fría, $Pr_{\text{agua}} = 11.362$ (Anexo A.2).

El número de Nusselt, sería:

$$Nu_{\text{agua1}} = 0.023 * (77599)^{0.8} * (11.362)^{0.4}$$

$$Nu_{\text{agua1}} = 496.36$$

- El coeficiente de convección interno del agua fría, es:

$$h_1 = \frac{Nu_{\text{agua1}} * K_{\text{agua}}}{d_1}$$

Dónde:

Nu_{agua1} : Número de Nusselt del agua fría, $Nu_{\text{agua1}} = 496.36$

d_1 : Diámetro interior de las tuberías en los tramos M-N y O-P, $d_1 = 62.68$ mm

K_{agua} : Conductividad térmica del agua fría, $K_{\text{agua}} = 0.5717 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$ (Anexo A.2).

$$h_1 = \frac{(496.36) * (0.5717 \text{ W/m}^\circ\text{C})}{62.68 * 10^{-3} \text{ m}}$$

$$h_1 = 4527.27 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

c) Calor por unidad de longitud perdido con tubería sin aislamiento:

Haciendo uso de las ecuaciones de la transferencia de calor para una tubería, tenemos:

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{K_t} * \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \frac{1}{R_1 * h_1} + \frac{1}{R_2 * h_2} \right]}$$

Dónde:

$Q_{t_{\text{sin aislante}}}$: Calor por unidad de longitud sin aislamiento

T_1 : Temperatura del agua fría, $T_1 = 7^\circ\text{C}$

T_0 : Temperatura del medio ambiente, $T_0 = 27^\circ\text{C}$ (Anexo A. 6).

K_t : Conductividad térmica de la tubería, $K_t = 0.17 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$ (Anexo A. 5)

R_1 : Radio interior de la tubería, $R_1 = 31.34 \text{ mm}$

R_2 : Radio exterior de la tubería, $R_2 = 36.50 \text{ mm}$

h_1 : Coeficiente de convección interno, $h_1 = 4527.27 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$

h_2 : Coeficiente de convección externo, $h_2 = 31.70 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{c}}$

Reemplazando el calor sin aislante, sería:

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = \frac{27 - 7}{\frac{1}{2\pi * 0.17} * \ln\left(\frac{36.50}{31.34}\right) + \frac{1}{0.03134 * 4527.27} + \frac{1}{0.03650 * 31.70}}$$

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = 71.08 \text{ W/m}$$

d) Temperatura de la superficie exterior de la tubería:

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = \frac{T_p - T_1}{\frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{K_t} * \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \frac{1}{R_1 * h_1} + \frac{1}{R_2 * h_2} \right]}$$

$$2\pi K_t * \ln \left(\frac{C}{R_1} \right) + \frac{1}{R_1 * h_1}]$$

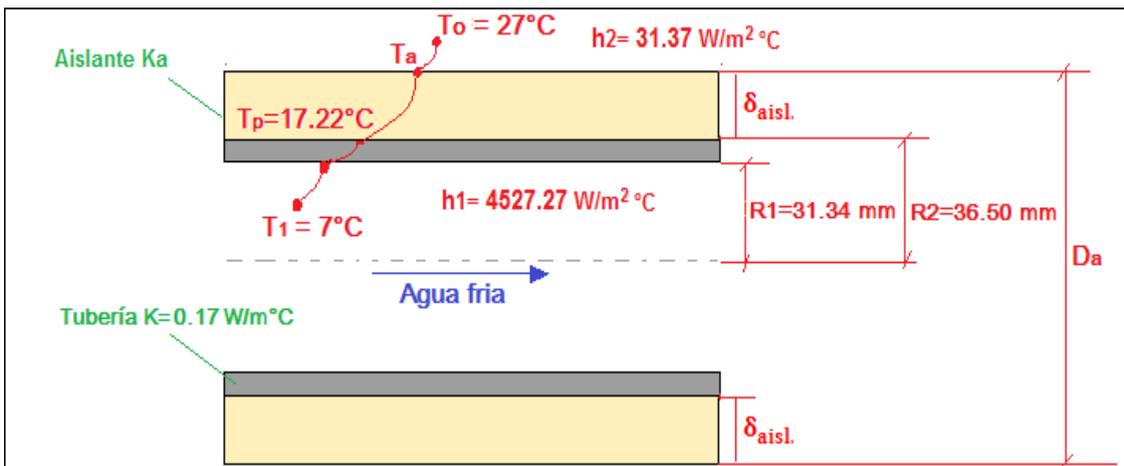
$$71.08 = \frac{T_p - 7}{\frac{1}{2\pi \cdot 0.17} \left[\ln\left(\frac{36.50}{31.34}\right) + \frac{1}{0.03134 \cdot 4527.27} \right]}$$

$$T_p = 17.22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2.2.1.2. Análisis en tuberías M-N y O-P con aislamiento:

En el sector industrial, el aislante más utilizado es la lana mineral de roca, debido a su baja conductividad térmica y su durabilidad frente a los agentes atmosféricos.

Figura 21 Tubería M-N y O-P con aislante térmico



Fuente: elaboración propia

a) Calor por unidad de longitud con aislamiento térmico:

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = (1 - \eta_a) * Q_{t_{\text{sin aislante}}}$$

Dónde:

$Q_{t_{\text{aislada}}}$: Calor por unidad de longitud con tubería aislada

$Q_{t_{\text{sin aislante}}}$: Calor por unidad de longitud sin tubería aislada, $Q_{t_{\text{sin aislante}}} = 71.08 \frac{\text{W}}{\text{m}}$

η_a : Rendimiento del aislante térmico, para la lana mineral con una temperatura de operación a 25°C el rendimiento es 95% (Anexo A.8).

Remplazando:

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = (1 - 0.95) * 71.08 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = 3.554 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

b) Conductibilidad térmica del aislante:

$$K_a = 0.04176 + 0.000232 * T_m$$

Donde la temperatura media:

$$T_m = \frac{T_p + T_a}{2}$$

$$T_m = \frac{17.22^\circ\text{C} + 25^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_m = 21.11^\circ\text{C}$$

La conductividad térmica, sería:

$$K_a = 0.04176 + 0.000232 * (21.11)$$

$$K_{\text{aislante}} = 0.0467 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$$

C) Diámetro exterior del aislante: De la transferencia de calor por conducción en el aislante, tenemos:

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = \frac{(T_a - T_p)}{2\pi * K_a * \ln\left(\frac{D_{\text{ext}}}{D_a}\right)}$$

Despejando el diámetro exterior del aislante térmico:

$$D_a = d_{\text{ext}} * e^{\frac{2 * \pi * K_a * (T_a - T_p)}{Q_{t_{\text{aislada}}}}}$$

Reemplazamos:

$$D_a = 0.073 * e^{\frac{2 * \pi * 0.0467 * (25 - 17.22)}{3.554}}$$

$$D_a = 0.1388 \text{ m}$$

d) Espesor del aislante térmico:

$$\delta_{\text{aisl.}} = \frac{D_a - d_{\text{ext}}}{2}$$

$$\delta_{\text{aisl.}} = \frac{0.1388 \text{ m} - 0.073 \text{ m}}{2}$$

$$\delta_{\text{aisl.}} = 0.0329 \text{ m} = 32.90 \text{ mm} = 1.30 \text{ pulg}$$

e) Número de fardos:

De las especificaciones técnicas de la lana mineral (Anexo A.9), las dimensiones del fardo seleccionado, serian:

- Longitud: 5 m
- Ancho: 0.6 m
- Espesor: 40 mm
- Área transferencia de calor: $S_{\text{fardo}} = 5 \text{ m} * 0.6 \text{ m} = 3 \text{ m}^2$

f) El número de fardos a emplear en los tramos M-N y O-P:

Para evaluar la cantidad de fardos a utilizar es necesario, determinar la superficie lateral de la tubería en los tramos M-N y O-P:

$$S_L = \pi * d_{\text{ext}} * (L_{MN} + L_{OP})$$

Dónde:

S_L : Superficie lateral de las tuberías M-N y O-P

d_{ext} : Diámetro exterior de las tuberías M-N y O-P, $d_{ext} = 73 \text{ mm}$

L_{MN} : Longitud de la tubería en el tramo M-N, $L_{MN} = 20 \text{ m}$

L_{OP} : Longitud de la tubería en el tramo O-P, $L_{OP} = 35 \text{ m}$

Tenemos:

$$S_L = \pi * 0.073 \text{ m} * (20 + 35)\text{m}$$

$$S_L = 12.61 \text{ m}^2$$

Por lo consiguiente el número de fardos a utilizar en los tramos M-N y O-P, se determinan empleando la formulación:

$$N_f = \frac{S_L}{S_{fardo}} * \frac{\delta_{aisl.}}{\delta_{fardo}}$$

$$N_f = \frac{12.61 \text{ m}^2}{3 \text{ m}^2} * \frac{32.90 \text{ mm}}{40 \text{ mm}}$$

$$N_f = 3.5 \text{ fardos} \approx 4 \text{ fardos}$$

3.2.2.2. Aislamiento térmico a las tuberías Q-R:

El análisis de aislamiento térmico en el tramo Q-R, se debe efectuar con la temperatura más baja del agua fría, es decir 7°C , para asegurar el correcto espesor de aislamiento.

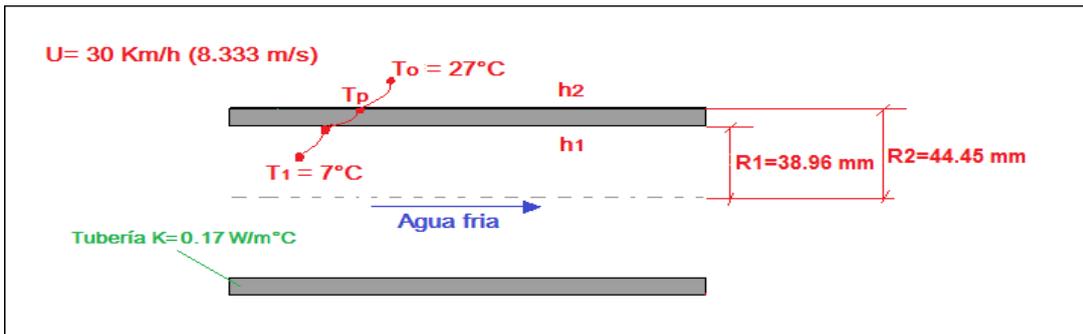
3.2.2.2.1. Análisis en tubería Q-R sin aislamiento:

La figura 22, muestra las condiciones a las que está expuesta la tubería Q-R, donde la conductividad térmica del PVC Tricapa de la tubería es $0.17 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ (Anexo A.5). Para el aislamiento de una tubería se deben tener en consideración

la temperatura media del aire y la velocidad máxima del aire según la zona, en

este caso en la ciudad de Pacasmayo la temperatura del aire es 27°C (Anexo A.6) y la velocidad del aire 8.333 m/s (Anexo A.7).

Figura 22 Tubería Q-R sin aislante térmico



Fuente: elaboración propia

a) Coeficiente de convección del aire (h2): Para evaluar el coeficiente exterior que afecta directamente a las tuberías de agua fría a través de la velocidad del aire, se procede:

$$h_2 = 11.6 + 6.96 * \sqrt{U_{\text{aire}}}$$

Dónde:

$$U_{\text{aire}} = 8.333 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (Velocidad del aire en la ciudad de Pacasmayo)}$$

Reemplazando:

$$h_2 = 11.6 + 6.96 * \sqrt{8.333 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$h_2 = 31.70 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}}$$

b) Coeficiente de convección del agua (h1): Para evaluar el coeficiente interior que afecta directamente a las tuberías de agua fría a través de la velocidad y temperatura del agua, se realiza el siguiente procedimiento:

- Numero de Reynolds:

$$Re_{\text{agua1}} = \frac{\rho_{\text{agua}} * V_{\text{agua1}} * d_1}{\mu_{\text{agua}}}$$

Dónde:

Re_{agua1} : Número de Reynolds del agua fría en el tramo Q-R

V_{agua1} : Velocidad del agua en el tramo Q-R, $V_{\text{agua1}} = 2.43 \text{ m/s}$

ρ_{agua} : Densidad del agua a 7°C , $\rho_{\text{agua}} = 999.305 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ (Anexo A.2).

d_1 : Diámetro interior de las tuberías en el tramo Q-R, $d_1 = 77.92 \text{ mm}$

μ_{agua} : Viscosidad dinámica del agua fría a 7°C , $\mu_{\text{agua}} = 1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}$ (Anexo A.2).

El número de Reynolds del agua fría en el tramo Q-R, sería:

$$Re_{\text{agua1}} = \frac{(999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * 77.92 * 10^{-3} \text{ m}}{1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}}$$

$$Re_{\text{agua1}} = 124688$$

- Número de Nusselt: De la ecuación de Dittus – Boelter

$$Nu_{\text{agua1}} = 0.023 * Re_{\text{agua1}}^{0.8} * Pr_{\text{agua}}^{0.4}$$

Dónde:

Nu_{agua1} : Número de Nusselt del agua fría.

Re_{agua1} : Número de Reynolds del agua fría en el tramo Q-R, $Re_{\text{agua1}} = 124688$

Pr_{agua} : Número de Prandtl del agua fría, $Pr_{\text{agua}} = 11.362$ (Anexo A.2).

El número de Nusselt, sería:

$$Nu_{\text{agua2}} = 0.023 * (124688)^{0.8} * (11.362)^{0.4}$$

$$\text{Nu}_{\text{agua1}} = 725.40$$

- El coeficiente de convección interno del agua fría, es:

$$h_1 = \frac{Nu_{\text{agua1}} * K_{\text{agua}}}{d_1}$$

Dónde:

Nu_{agua1} : Número de Nusselt del agua fría, $Nu_{\text{agua1}} = 725.40$

d_1 : Diámetro interior de las tuberías en el tramo Q-R, $d_1 = 77.92 \text{ mm}$

K_{agua} : Conductividad térmica del agua fría, $K_{\text{agua}} = 0.5717 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$ (Anexo A.2).

$$h_1 = \frac{(725.40) * (0.5717 \text{ W/m}^\circ\text{C})}{77.92 * 10^{-3} \text{ m}}$$

$$h_1 = 5322.3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

c) Calor por unidad de longitud perdido con tubería sin aislamiento:

Haciendo uso de las ecuaciones de la transferencia de calor para una tubería, tenemos:

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = \frac{T_0 - T_1}{\frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{K_t} * \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \frac{1}{R_1 * h_1} + \frac{1}{R_2 * h_2} \right]}$$

Dónde:

$Q_{t_{\text{sin aislante}}}$: Calor por unidad de longitud sin aislamiento

T_1 : Temperatura del agua fría, $T_1 = 7^\circ\text{C}$

T_0 : Temperatura del medio ambiente, $T_0 = 27^\circ\text{C}$ (Anexo A. 6).

K_t : Conductividad térmica de la tubería, $K_t = 0.17 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$ (Anexo A. 5)

R_1 : Radio interior de la tubería, $R_1 = 38.96 \text{ mm}$

R_2 : Radio exterior de la tubería, $R_2 = 44.45 \text{ mm}$

h_1 : Coeficiente de convección interno, $h_1 = 5322.3 \frac{W}{m^2 \cdot C}$

$$h_2: \text{Coeficiente de convección externo, } h_2 = 31.70 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{°C}}$$

Reemplazando el calor sin aislante, sería:

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = \frac{27 - 7}{\frac{1}{2\pi \cdot 0.17} \left[\ln\left(\frac{44.45}{38.96}\right) + \frac{1}{0.03896 \cdot 5322.3} + \frac{1}{0.04445 \cdot 31.70} \right]}$$

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = 84.34 \text{ W/m}$$

d) Temperatura de la superficie exterior de la tubería:

$$Q_{t_{\text{sin aislante}}} = \frac{T_p - T_1}{\frac{1}{2\pi K_t} \left[\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \frac{1}{R_1 \cdot h_1} \right]}$$

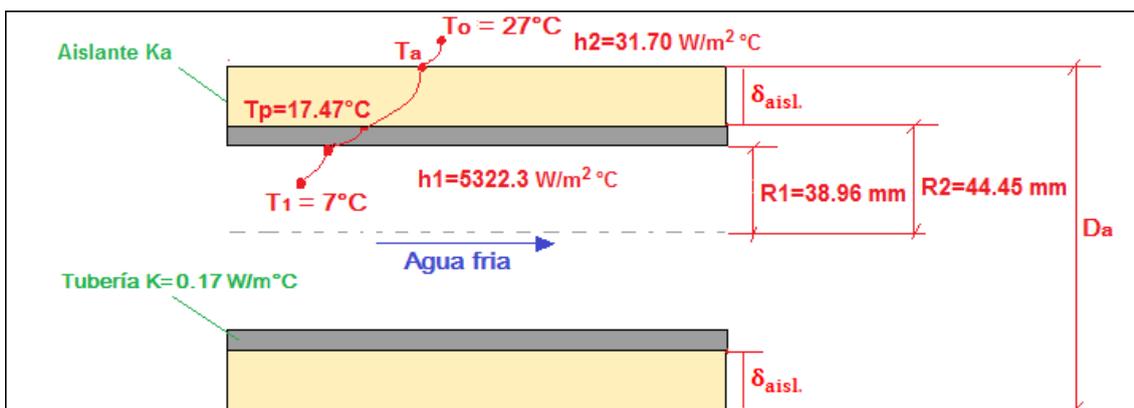
$$84.34 = \frac{T_p - 7}{\frac{1}{2\pi \cdot 0.17} \left[\ln\left(\frac{44.45}{38.96}\right) + \frac{1}{0.03896 \cdot 5322.3} \right]}$$

$$T_p = 17.47 \text{ °C}$$

3.2.2.2.2. Análisis en tubería con aislamiento Q-R:

En el sector industrial, el aislante más utilizado es la lana mineral de roca, debido a su baja conductividad térmica y su durabilidad frente a los agentes atmosféricos.

Figura 23 Tubería Q-R con aislante térmico



Fuente: elaboración propia

a) Calor por unidad de longitud con aislamiento térmico:

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = (1 - \eta_a) * Q_{t_{\text{sin aislante}}}$$

Dónde:

$Q_{t_{\text{aislada}}}$: Calor por unidad de longitud con tubería aislada

$Q_{t_{\text{sin aislante}}}$: Calor por unidad de longitud sin tubería aislada, $Q_{t_{\text{sin aislante}}} = 84.34 \frac{W}{m}$

η_a : Rendimiento del aislante térmico, para la lana mineral con una temperatura de operación a 25°C el rendimiento es 95% (Anexo A.8).

Remplazando:

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = (1 - 0.95) * 84.34 \frac{W}{m}$$
$$Q_{t_{\text{aislada}}} = 4.217 \frac{W}{m}$$

b) Conductibilidad térmica del aislante:

$$K_a = 0.04176 + 0.000232 * T_m$$

Donde la temperatura media:

$$T_m = \frac{T_p + T_a}{2}$$

$$T_m = \frac{17.47^\circ\text{C} + 25^\circ\text{C}}{2}$$

$$T_m = 21.24^\circ\text{C}$$

La conductividad térmica, sería:

$$K_a = 0.04176 + 0.000232 * (21.24)$$

$$K_{\text{aislante}} = 0.0467 \frac{W}{m^\circ\text{C}}$$

C) Diámetro exterior del aislante: De la transferencia de calor por conducción en el aislante, tenemos:

$$Q_{t_{\text{aislada}}} = \frac{(T_a - T_p)}{\left(\frac{1}{2\pi * K_a}\right) * \ln\left(\frac{D_a}{d_{\text{ext}}}\right)}$$

Despejando el diámetro exterior del aislante térmico:

$$D_a = d_{\text{ext}} * e^{\frac{2 * \pi * K_a * (T_a - T_p)}{Q_{t_{\text{aislada}}}}}$$

Reemplazamos:

$$D_a = 0.08890 * e^{\frac{2 * \pi * 0.0467 * (25 - 17.47)}{4.217}}$$

$$D_a = 0.1501 \text{ m}$$

d) Espesor del aislante térmico:

$$\delta_{\text{aisl.}} = \frac{D_a - d_{\text{ext}}}{2}$$

$$\delta_{\text{aisl.}} = \frac{0.1501 \text{ m} - 0.0889 \text{ m}}{2}$$

$$\delta_{\text{aisl.}} = 0.0306 \text{ m} = 30.6 \text{ mm} = 1.20 \text{ pulg}$$

e) Número de fardos:

De las especificaciones técnicas de la lana mineral (Anexo A.9), las dimensiones del fardo seleccionado, serian:

- Longitud: 5 m
- Ancho: 0.6 m
- Espesor: 40 mm
- Área transferencia de calor: $S_{\text{fardo}} = 5 \text{ m} * 0.6 \text{ m} = 3 \text{ m}^2$

f) El número de fardos a emplear en el tramo Q-R:

Para evaluar la cantidad de fardos a utilizar es necesario, determinar la superficie lateral de la tubería Q-R:

$$S_L = \pi * d_{ext} * L_{QR}$$

Dónde:

S_L : Superficie lateral de la tubería Q-R

d_{ext} : Diámetro exterior de la tubería Q-R, $d_{ext} = 88.90$ mm

L_{QR} : Longitud de la tubería en el tramo Q-R, $L_{QR} = 60$ m

Tenemos:

$$S_L = \pi * 0.08890 \text{ m} * 60 \text{ m}$$

$$S_L = 16.76 \text{ m}^2$$

Por lo consiguiente el número de fardos a utilizar en el tramo Q-R, se determina empleando la formulación:

$$N_f = \frac{S_L}{S_{fardo}} * \frac{\delta_{aisl.}}{\delta_{fardo}}$$

$$N_f = \frac{16.76 \text{ m}^2}{3 \text{ m}^2} * \frac{30.6 \text{ mm}}{40 \text{ mm}}$$

$$N_f = 4.3 \text{ fardos} \approx 5 \text{ fardos}$$

Tabla 18 Resumen del dimensionamiento y selección de las tuberías de transporte de agua para las incubadoras

Tramo	Diámetro nominal (pulg)	Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Caudal (lt/s)	Velocidad del agua (m/s)	Espesor del aislamiento (mm)	Número de fardos
A-B	3	77.92	88.90	11.6	2.43	S.A	-
C-D	3	77.92	88.90	11.6	2.43	S.A	-
E-F	3	77.92	88.90	11.6	2.43	S.A	-
G-H	3	77.92	88.90	11.6	2.43	S.A	-
I-J	2 ½	62.68	73	5.8	1.88	S.A	-
K-L	2 ½	62.68	73	5.8	1.88	S.A	-
M-N	2 ½	62.68	73	5.8	1.88	32.90	4
O-P	2 ½	62.68	73	5.8	1.88	32.90	
Q-R	3	77.92	88.90	11.6	2.43	30.6	5

Fuente: elaboración propia

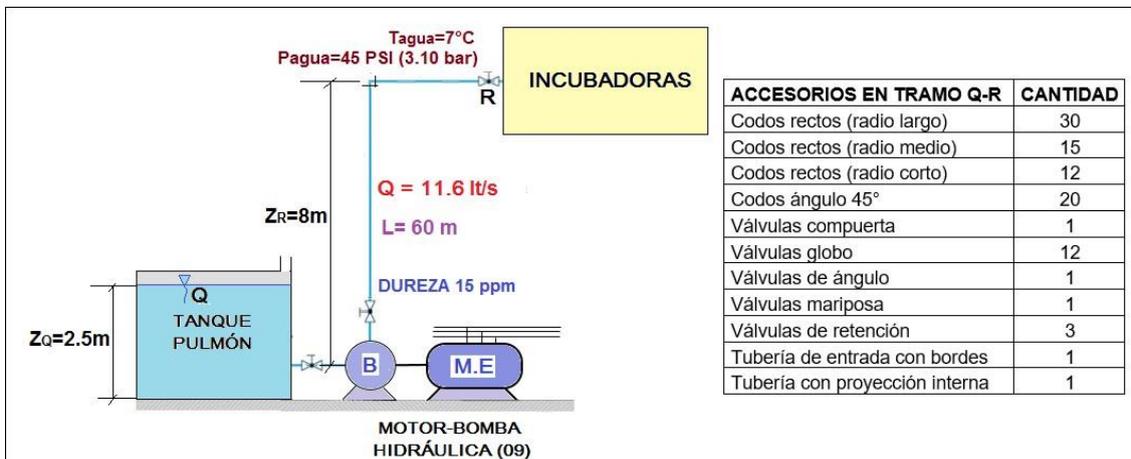
3.3. Dimensionamiento y selección de bombas hidráulicas y motores eléctricos para el transporte de agua a las incubadoras y calibre de los conductores eléctricos

3.3.1. Dimensionamiento y selección de las bombas hidráulicas y motores eléctricos.

3.3.1.1. Bomba hidráulica y motor eléctrico (09):

En la figura 24, se muestra un bosquejo del tramo Q-R con sus principales parámetros de operación y los accesorios que dispone dicho tramo.

Figura 24 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo Q-R



Fuente: elaboración propia

a) Pérdidas hidráulicas:

- **Pérdidas secundarias:** provocadas por los accesorios a lo largo de la tubería.

Tabla 19 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo Q-R

ACCESORIOS EN TRAMO Q-R	CANTIDAD	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS (K) (Anexo A.10)	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS TOTAL
Codos rectos (radio largo)	30	0.25	7.5
Codos rectos (radio medio)	15	0.35	5.25
Codos rectos (radio corto)	12	0.8	9.6
Codos ángulo 45°	20	0.3	6
Válvulas compuerta	1	0.15	0.15
Válvulas globo	12	6	72
Válvulas de ángulo	1	2	2
Válvulas mariposa	1	1.5	1.5

Válvulas de retención	3	2	6
Tubería de entrada con bordes	1	0.5	0.5
Tubería con proyección interna	1	1	1
Total			111.5

Fuente: elaboración propia

Las pérdidas menores se determinan:

$$h_{pm} = \sum K_{total} * \frac{V_1^2}{2g}$$

$$h_{pm} = 111.5 * \frac{(2.43)^2}{2(9.81)}$$

$$h_{pm} = 33.56 \text{ m}$$

- **Pérdidas primarias:** provocadas por la longitud de la tubería, para evaluar las pérdidas primarias, se procede de la siguiente manera:

- **Numero de Reynolds:**

$$Re = \frac{\rho_{agua} * V_1 * d_1}{\mu_{agua}}$$

Dónde:

Re: Número de Reynolds del agua fría en el tramo Q-R

V₁: Velocidad del agua en el tramo Q-R, V_{agua1} = 2.43 m/s

ρ_{agua}: Densidad del agua a 7°C, ρ_{agua} = 999.305 $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ (Anexo A.2).

d₁: Diámetro interior de las tuberías en el tramo Q-R, d₁ = 77.92 mm

μ_{agua}: Viscosidad dinámica del agua fría a 7°C, μ_{agua} = 1517.5 * 10⁻⁶ Pa. s (Anexo A.2).

El número de Reynolds en el tramo Q-R, sería:

$$Re = \frac{(999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * 77.92 * 10^{-3} \text{ m}}{1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}}$$

Re = 124688 → Regimen Turbulento

- **Rugosidad absoluta:** Para tuberías PVC la rugosidad absoluta es 0.0015 mm
Anexo A.11

$$\varepsilon = 0.0015 \text{ mm}$$

- **Factor de fricción:** Por la ecuación de Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * d_{\text{int}}} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{f}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0.0015 \text{ mm}}{3.7 * 77.92 \text{ mm}} + \frac{2.51}{124688 * \sqrt{f}} \right)$$

Resolviendo:

$$f = 0.0173$$

De la ecuación de Darcy – Weisbach, las perdidas mayores son:

$$h_{pM} = f * \frac{L}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

$$h_{pM} = 0.0173 * \frac{60 \text{ m}}{0.07792 \text{ m}} * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}})}$$

$$h_{pM} = 4 \text{ m}$$

b) Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:

$$H_{\text{sist}} = \frac{P_R - P_Q}{\rho g} + \frac{V_R^2 - V_Q^2}{2g} + Z_R - Z_Q + h_{p_{\text{totales}}}$$

Dónde:

Punto Q: Es el punto sobre el nivel del agua del tanque pulmón.

Punto R: Es el punto ubicado a la entrada de las incubadoras

Tenemos:

- $P_Q \approx 0$ bar man (Expuesto a la atmósfera)
- $P_R = 3.10$ bar man = $3.10 * 10^5$ Pa
- $V_Q \approx 0$
- $V_R = 2.43 \frac{m}{s}$
- $Z_Q = 2.5$ m
- $Z_R = 8$ m
- $h_{p_{totales}} = h_{p_m} + h_{p_M} = 33.56$ m + 4 m = 37.56 m

Remplazando, la altura del sistema sería:

$$H_{sist} = \frac{3.10 * 10^5 - 0}{999.305 * 9.81} + \frac{2.43^2 - 0^2}{2(9.81)} + 8 - 2.5 + 37.56 = 75 \text{ m}$$

c) Selección de la bomba hidráulica (09):

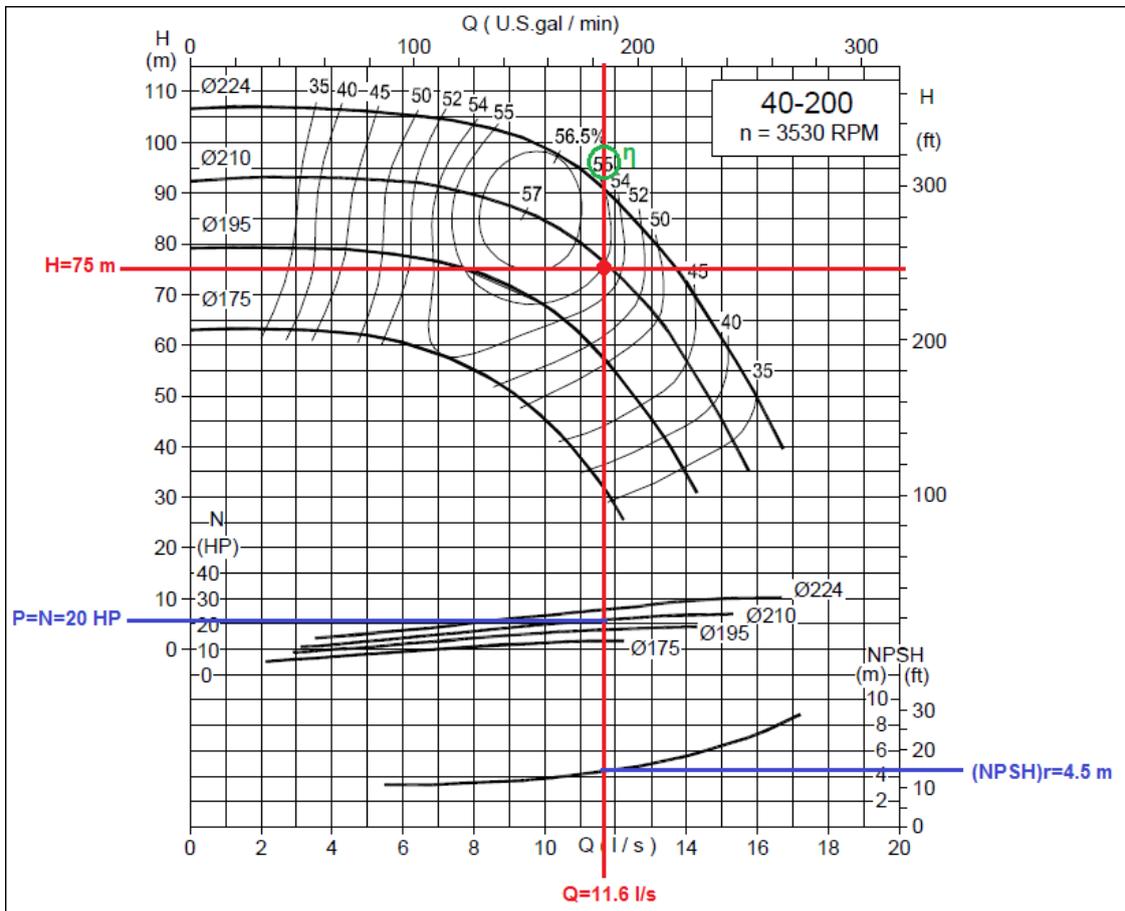
Del catálogo Hidrostral (Anexo A.16), la curva característica (Figura 25) que cumple con el caudal (11.6 lt/s) y la altura de bombeo requerido (75 m), es la bomba hidráulica modelo 40-200, con las siguientes características principales:

Tabla 20 Parámetros principales de la bomba hidráulica (09) seleccionada

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia de la bomba	P_B	20(15)	hp (KW)
Altura neta de bombeo	H_B	75	M
Caudal	Q	11.6	lt/s
Rendimiento Volumétrico	η_B	55	%
Altura de succión positiva neta requerida	$(NPSH)_r$	4.5	M
Velocidad de rotación nominal	n	3530	Rpm

Fuente: elaboración propia

Figura 25 Curva característica de la bomba hidráulica (09)



Fuente: elaboración propia

d) Análisis de cavitación de la bomba hidráulica (09): Tenemos que verificar que la bomba seleccionada no cavita, asegurando el correcto funcionamiento.

Calculo de la altura de succión positiva neta disponible:

$$(NPSH)_D = \frac{P_{atm} - P_{vapor}}{\rho g} \pm h_s - h_{p_{totales\ succion}}$$

Datos:

- $P_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$
- $P_{vapor} = 1 \text{ KPa} = 1000 \text{ Pa}$ a $T_{agua} = 7^\circ \text{C}$ (Anexo A.12)

- $\rho_{\text{agua}} = 999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ a $T_{\text{agua}} = 7^\circ\text{C}$ (Anexo A.2)
- $h_s = +2.5 \text{ m}$ (Altura sobre el eje de la bomba hasta el punto Q)
- Las pérdidas primarias y secundarias en la succión serían:

$$h_{p \text{ total succion}} = \sum K_{\text{succ}} * \frac{V_1^2}{2g} + f * \frac{L_{\text{succ}}}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

Dónde:

K_{succ} : Coeficiente total en la succión, tenemos: 1 válvula de retención $k=2$ y 1 tubería con proyección interna $k=1$, por lo consiguiente $K_{\text{succ}} = 3$

L_{succ} : Longitud de la tubería de succión, $L_{\text{succ}} = 5 \text{ m}$

Las pérdidas en la succión:

$$h_{p \text{ total succion}} = 3 * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} + 0.0173 * \frac{5 \text{ m}}{0.07792 \text{ m}} * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$h_{p \text{ total succion}} = 1.24 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura disponible sería:

$$(\text{NPSH})_D = \frac{10^5 \text{ Pa} - 1000 \text{ Pa}}{999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 2.5 \text{ m} - 1.24 \text{ m}$$

$$(\text{NPSH})_D = 11.36 \text{ m}$$

Se tiene que la altura de succión positiva neta disponible es mayor a la altura de succión positiva requerida, por lo tanto, la bomba no cavita.

$$(\text{NPSH})_D > (\text{NPSH})_r$$

$$11.36 \text{ m} > 4.5 \text{ m}$$

e) Caída de presión: La caída de presión es parámetro fundamental en una red de distribución de agua, las normas técnicas peruanas especifican que la caída de presión debe ser inferior 1bar.

$$\Delta P = \frac{f * L_e * V_1^2 * \rho_{\text{agua}}}{2 * d_1 * 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{0.0173 * 60 * 2.43^2 * 999.305}{2 * 0.07792 * 10^5}$$

$$\Delta P = 0.40 \text{ bar}$$

Podemos indicar que el sistema de transporte de agua hacia las incubadoras no tendrá problemas en referencia a la caída de presión.

f) Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (09):

Potencia absorbida por el motor eléctrico:

$$P_{ME} = \frac{P_B}{\eta_m * \eta_{ME} * \eta_{cd}}$$

Dónde: (Anexo A.13)

- Potencia de la bomba: $P_B = 15 \text{ KW}$
- Rendimiento mecánico: $\eta_m = 97\%$
- Rendimiento del motor eléctrico: $\eta_{ME} = 89.5\%$
- Rendimiento de los conductores eléctricos: $\eta_{cd} = 98\%$

Tenemos

$$P_{ME} = \frac{15 \text{ KW}}{0.97 * 0.895 * 0.98}$$

$$P_{ME} = 17.63 \text{ KW}$$

Del catálogo DELCROSA de motores eléctricos trifásicos, seleccionamos el modelo de carcasa 160 M, con una potencia nominal de 18.50 KW (25 HP) (Anexo A.13).

Tabla 21 Parámetros principales del motor eléctrico (09)

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia nominal del motor	P_{ME}	25(18.50)	hp (KW)
Tensión de la red	U	380	V
Frecuencia de la red	f	60	Hz
Número de polos	2		-
Rendimiento del motor eléctrico	η_{ME}	89.50	%
Factor de potencia	$\cos(\phi)$	0.92	-
Velocidad de rotación nominal	n	3540	rpm

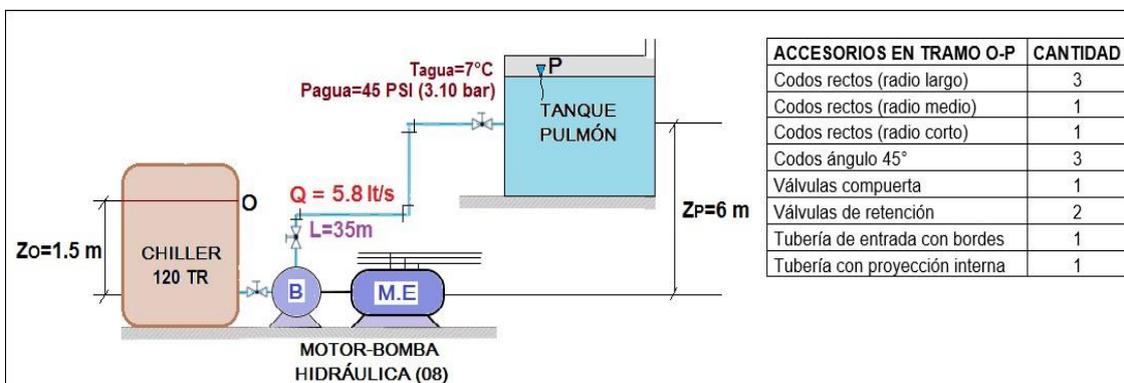
Fuente: elaboración propia

3.3.1.2. Bomba hidráulica y motor eléctrico (05), (06), (07) y (08):

Las bombas hidráulicas (05), (06), (07) y (08), tienen similares parámetros de operación, respecto al caudal, diámetro de tubería, presión del agua y temperatura de agua. Asimismo, similares accesorios y longitudes. Pero se trabajará con la que tiene el mayor número de accesorios y longitud de tubería, para tal caso sería la bomba (08).

En la figura 26, se muestra un bosquejo del tramo O-P con sus principales parámetros de operación y los accesorios que dispone dicho tramo.

Figura 26 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo O-P



Fuente: elaboración propia

a) Pérdidas hidráulicas:

- **Pérdidas secundarias:** provocadas por los accesorios a lo largo de la tubería.

Tabla 22 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo O-P

ACCESORIOS EN TRAMO O-P	CANTIDAD	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS (K) (Anexo A.10)	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS TOTAL
Codos rectos (radio largo)	3	0.25	0.75
Codos rectos (radio medio)	1	0.35	0.35
Codos rectos (radio corto)	1	0.8	0.8
Codos ángulo 45°	3	0.3	0.9
Válvulas compuerta	1	0.15	0.15
Válvulas de retención	2	2	4
Tubería de entrada con bordes	1	0.5	0.5
Tubería con proyección interna	1	1	1
Total			8.45

Fuente: elaboración propia

Las pérdidas menores se determinan:

$$h_{pm} = \sum K_{total} * \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_{pm} = 8.45 * \frac{(1.88)^2}{2(9.81)}$$

$$h_{pm} = 1.52 \text{ m}$$

- **Pérdidas primarias:** provocadas por la longitud de la tubería, para evaluar las pérdidas primarias, se procede de la siguiente manera:

• **Numero de Reynolds:**

$$Re = \frac{\rho_{agua} * V_2 * d_2}{\mu_{agua}}$$

Dónde:

Re: Número de Reynolds del agua fría en el tramo O-P

V₂: Velocidad del agua en el tramo O-P, V₂ = 1.88 m/s

ρ_{agua} : Densidad del agua a 7°C, $\rho_{\text{agua}} = 999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Anexo A.2).

d_2 : Diámetro interior de las tuberías en el tramo O-P, $d_2 = 62.68 \text{ mm}$

μ_{agua} : Viscosidad dinámica del agua fría a 7°C, $\mu_{\text{agua}} = 1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}$ (Anexo A.2).

El número de Reynolds en el tramo O-P, sería:

$$\text{Re} = \frac{(999.305 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (1.88 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * 62.68 * 10^{-3} \text{ m}}{1517.5 * 10^{-6} \text{ Pa. s}}$$

$$\text{Re} = 77599 \rightarrow \text{Regimen Turbulento}$$

- **Rugosidad absoluta:** Para tuberías PVC la rugosidad absoluta es 0.0015 mm
Anexo A.11

$$\varepsilon = 0.0015 \text{ mm}$$

- **Factor de fricción:** Por la ecuación de Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * d_{\text{int}}} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{f}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0.0015 \text{ mm}}{3.7 * 62.68 \text{ mm}} + \frac{2.51}{77599 * \sqrt{f}} \right)$$

Resolviendo:

$$f = 0.0191$$

De la ecuación de Darcy – Weisbach, las pérdidas mayores son:

$$h_{pM} = f * \frac{L}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

m^2

$$h_{pM} = 0.0191 * \frac{35 \text{ m}}{0.06268 \text{ m}} * \frac{(1.88) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 * (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}})}$$

$$h_{pM} = 1.92 \text{ m}$$

b) Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:

$$H_{\text{sist}} = \frac{P_P - P_0}{\rho g} + \frac{V_P^2 - V_0^2}{2g} + Z_P - Z_0 + h_{p_{\text{totales}}}$$

Dónde:

Punto O: Es el punto sobre el nivel del agua en el Chiller.

Punto P: Es el punto ubicado en el nivel de agua del tanque pulmón.

Tenemos:

- $P_P \approx 0 \text{ bar man}$
- $P_0 \approx 0 \text{ bar man}$
- $V_P \approx 0$
- $V_0 = 0$
- $Z_P = 6 \text{ m}$
- $Z_0 = 1.5 \text{ m}$
- $h_{p_{\text{totales}}} = h_{p_m} + h_{p_M} = 1.52 \text{ m} + 1.92 \text{ m} = 3.44 \text{ m}$

Remplazando, la altura del sistema seria:

$$H_{\text{sist}} = \frac{0 - 0}{999.305 * 9.81} + \frac{0^2 - 0^2}{2(9.81)} + 6 - 1.5 + 3.44 = 8 \text{ m}$$

c) Selección de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08):

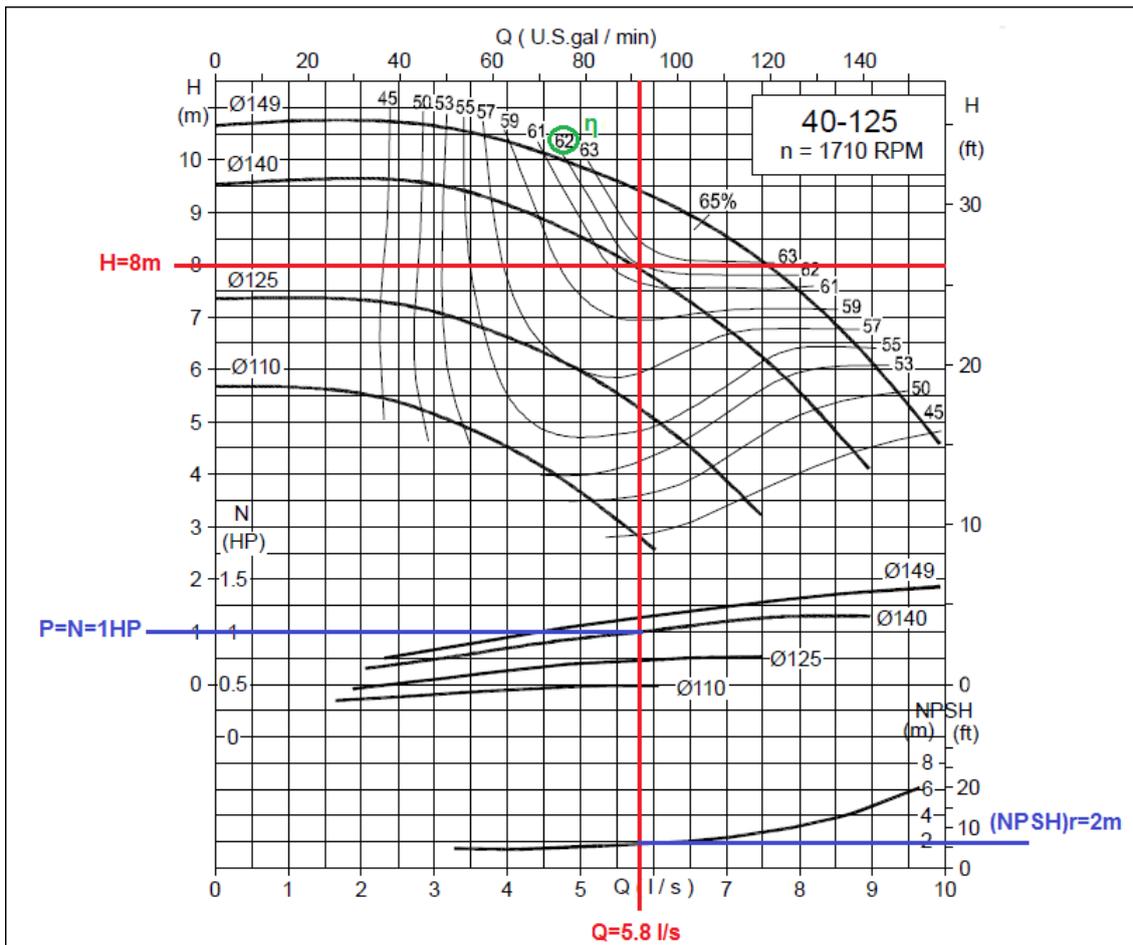
Del catálogo Hidrostal (Anexo A.16), la curva característica (Figura 27) que cumple con el caudal (5.8 lt/s) y la altura de bombeo requerido (8 m), es la bomba hidráulica modelo 40-125, con las siguientes características principales:

Tabla 23 Parámetros principales de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08)

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia de la bomba	P_B	1(0.75)	hp (KW)
Altura neta de bombeo	H_B	8	m
Caudal	Q	5.8	lt/s
Rendimiento Volumétrico	η_B	62	%
Altura de succión positiva neta requerida	$(NPSH)_r$	2	m
Velocidad de rotación nominal	n	1710	rpm

Fuente: elaboración propia

Figura 27 Curva característica de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08)



Fuente: elaboración propia

d) Análisis de cavitación de la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08):

Tenemos que verificar que la bomba seleccionada no cavita, asegurando el correcto funcionamiento.

Calculo de la altura de succión positiva neta disponible:

$$(NPSH)_D = \frac{P_{atm} - P_{vapor}}{\rho g} \pm h_s - hp_{\text{totales succion}}$$

Datos:

- $P_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$
- $P_{vapor} = 2.5 \text{ KPa} = 2500 \text{ Pa}$ a $T_{agua} = 22^\circ\text{C}$ (Existen tuberías de agua a temperaturas de 7°C y 22°C , pero para solo efectos de cavitación se trabaja con la temperatura más elevada) y (Anexo A.12)
- $\rho_{agua} = 997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ a $T_{agua} = 22^\circ\text{C}$ (Anexo A.2)
- $h_s = +1.5 \text{ m}$ (Altura sobre el eje de la bomba hasta el punto O)
- Las pérdidas primarias y secundarias en la succión serían:

$$hp_{\text{total succion}} = \sum K_{succ} * \frac{V_1^2}{2g} + f * \frac{L_{succ}}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

Dónde:

K_{succ} : Coeficiente total en la succión, tenemos: 1 válvula de retención $k=2$ y 1 tubería con proyección interna $K=1$, por lo consiguiente $K_{succ} = 3$

L_{succ} : Longitud de la tubería de succión, $L_{succ} = 3 \text{ m}$

Las pérdidas en la succión:

$$hp_{\text{total succion}} = 3 * \frac{(1.88 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} + 0.0191 * \frac{3 \text{ m}}{0.06268 \text{ m}} * \frac{(1.88 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$hp_{\text{total succion}} = 0.71 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura disponible sería:

$$(NPSH)_D = \frac{10^5 \text{ Pa} - 2500 \text{ Pa}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 1.5 \text{ m} - 0.71 \text{ m}$$

$$(NPSH)_D = 10.75 \text{ m}$$

Se tiene que la altura de succión positiva neta disponible es mayor a la altura de succión positiva requerida, por lo tanto, la bomba no cavita.

$$(NPSH)_D > (NPSH)_r$$

$$10.75 \text{ m} > 2 \text{ m}$$

e) Caída de presión: La caída de presión es parámetro fundamental en una red de distribución de agua, las normas técnicas peruanas especifican que la caída de presión debe ser inferior 1bar.

$$\Delta P = \frac{f * L_e * V_1^2 * \rho_{\text{agua}}}{2 * d_1 * 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{0.0191 * 35 * 1.88^2 * 997.61}{2 * 0.06268 * 10^5}$$

$$\Delta P = 0.20 \text{ bar}$$

Podemos indicar que el sistema de transporte de agua hacia el tanque pulmón no tendrá problemas en referencia a la caída de presión.

f) Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (05), (06), (07) y (08):

Potencia absorbida por el motor eléctrico:

$$P_{ME} = \frac{P_B}{\eta_m * \eta_{ME} * \eta_{cd}}$$

Dónde: (Anexo A.13)

- Potencia de la bomba: $P_B = 0.75 \text{ KW}$
- Rendimiento mecánico: $\eta_m = 97\%$
- Rendimiento del motor eléctrico: $\eta_{ME} = 81.50\%$
- Rendimiento de los conductores eléctricos: $\eta_{cd} = 98\%$

Tenemos

$$P_{ME} = \frac{0.75 \text{ KW}}{0.97 * 81.5 * 0.98}$$

$$P_{ME} = 1 \text{ KW}$$

Del catálogo DELCROSA de motores eléctricos trifásicos, seleccionamos el modelo de carcasa 90S, con una potencia nominal de 1.5 KW (2 HP) (Anexo A.13).

Tabla 24 Parámetros principales del motor eléctrico (05), (06), (07) y (08)

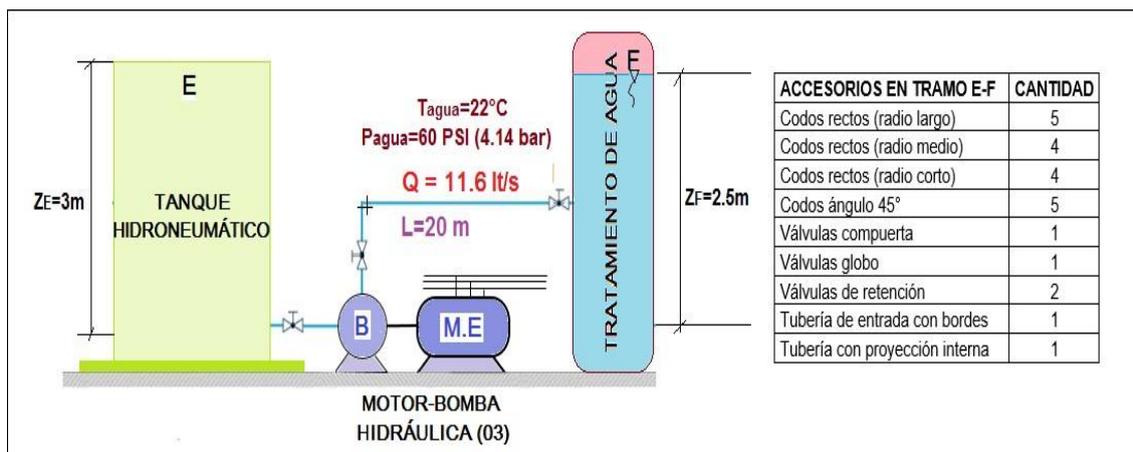
Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia nominal del motor	P_{ME}	2(1.5)	hp (KW)
Tensión de la red	U	380	V
Frecuencia de la red	f	60	Hz
Número de polos	4		-
Rendimiento del motor eléctrico	η_{ME}	81.50	%
Factor de potencia	$\cos(\phi)$	0.80	-
Velocidad de rotación nominal	n	1730	rpm

Fuente: elaboración propia

3.3.1.3. Bomba hidráulica y motor eléctrico (03):

En la figura 28, se muestra un bosquejo del tramo E-F con sus principales parámetros de operación y los accesorios que dispone dicho tramo.

Figura 28 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo E-F



Fuente: elaboración propia

a) Pérdidas hidráulicas:

- **Pérdidas secundarias:** provocadas por los accesorios a lo largo de la tubería.

Tabla 25 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo E-F

ACCESORIOS EN TRAMO E-F	CANTIDAD	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS (K) (Anexo A.10)	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS TOTAL
Codos rectos (radio largo)	5	0.25	1.25
Codos rectos (radio medio)	4	0.35	1.4
Codos rectos (radio corto)	4	0.8	3.2
Codos ángulo 45°	5	0.3	1.5
Válvulas compuerta	1	0.15	0.15
Válvulas globo	1	6	6
Válvulas de retención	2	2	4
Tubería de entrada con bordes	1	0.5	0.5
Tubería con proyección interna	1	1	1
Total			19

Fuente: elaboración propia

Las pérdidas menores se determinan:

$$h_{p_m} = \sum K_{total} * \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_{p_m} = 19 * \frac{(2.43)^2}{2(9.81)}$$

$$h_{p_m} = 5.72 \text{ m}$$

- **Pérdidas primarias:** provocadas por la longitud de la tubería, para evaluar las pérdidas primarias, se procede de la siguiente manera:

- **Numero de Reynolds:**

$$Re = \frac{\rho_{agua} * V_1 * d_1}{\mu_{agua}}$$

Dónde:

Re: Número de Reynolds del agua fría en el tramo E-F

V₁: Velocidad del agua en el tramo E-F, V₁ = 2.43 m/s

ρ_{agua}: Densidad del agua a 22°C, ρ_{agua} = 997.61 $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ (Anexo A.2).

d₁: Diámetro interior de las tuberías en el tramo E-F, d₁ = 77.92 mm

μ_{agua}: Viscosidad dinámica del agua fría a 22°C, μ_{agua} = 968.90 * 10⁻⁶ Pa. s (Anexo A.2).

El número de Reynolds en el tramo O-P, sería:

$$Re = \frac{(997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * 77.92 * 10^{-3} \text{ m}}{968.90 * 10^{-6} \text{ Pa. s}}$$

$$Re = 194956.2 \rightarrow \text{Regimen Turbulento}$$

- **Rugosidad absoluta:** Para tuberías PVC la rugosidad absoluta es 0.0015 mm Anexo A.11

$$\varepsilon = 0.0015 \text{ mm}$$

- **Factor de fricción:** Por la ecuación de Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * d_{int}} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0.0015 \text{ mm}}{3.7 * 77.92 \text{ mm}} + \frac{2.51}{194956.2 * \sqrt{f}} \right)$$

Resolviendo:

$$f = 0.016$$

De la ecuación de Darcy – Weisbach, las pérdidas mayores son:

$$hp_M = f * \frac{L}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

$$hp_M = 0.016 * \frac{20 \text{ m}}{0.07792 \text{ m}} * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$hp_M = 1.24 \text{ m}$$

b) Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:

$$H_{sist} = \frac{P_F - P_E}{\rho g} + \frac{V_F^2 - V_E^2}{2g} + Z_F - Z_E + hp_{totales}$$

Dónde:

Punto E: Es el punto sobre el nivel del agua en el tanque hidroneumático

Punto F: Es el punto ubicado en el nivel de agua en el ablandador

Tenemos:

- $P_E \approx 0 \text{ bar man}$

- $P_F \approx 4.14$ bar man
- $V_E = 0$

- $V_F = 0$
- $Z_E = 6 \text{ m}$
- $Z_F = 1.5 \text{ m}$
- $h_{p\text{totales}} = h_{p_m} + h_{p_M} = 5.72\text{m} + 1.24 \text{ m} = 6.96 \text{ m}$

Remplazando, la altura del sistema seria:

$$H_{\text{sist}} = \frac{4.14 * 10^5 - 0}{997.61 * 9.81} + \frac{0^2 - 0^2}{2(9.81)} + 2.5 - 3 + 6.96 = 48.7 \text{ m}$$

c) Selección de la bomba hidráulica (03):

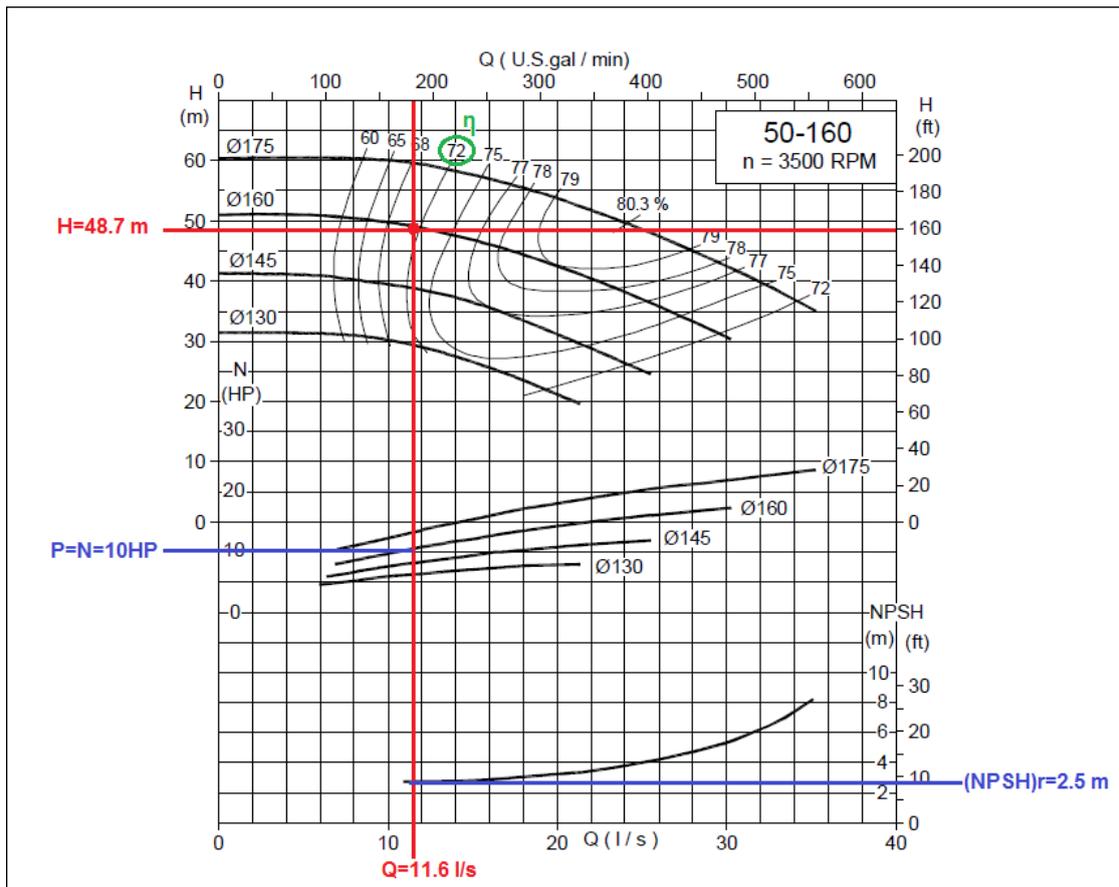
Del catálogo Hidrostral (Anexo A.16), la curva característica (Figura 29) que cumple con el caudal (11.6 lt/s) y la altura de bombeo requerido (48.70 m), es la bomba hidráulica modelo 50-160, con las siguientes características principales:

Tabla 26 Parámetros principales de la bomba hidráulica (03)

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia de la bomba	P_B	10(7.5)	hp (KW)
Altura neta de bombeo	H_B	48.70	m
Caudal	Q	11.6	lt/s
Rendimiento Volumétrico	η_B	72	%
Altura de succión positiva neta requerida	$(NPSH)_r$	2.5	m
Velocidad de rotación nominal	N	3500	rpm

Fuente: elaboración propia

Figura 29 Curva característica de la bomba hidráulica (03)



Fuente: elaboración propia

d) Análisis de cavitación de la bomba hidráulica (03):

Tenemos que verificar que la bomba seleccionada no cavita, asegurando el correcto funcionamiento.

Calculo de la altura de succión positiva neta disponible:

$$(NPSH)_D = \frac{P_{atm} - P_{vapor}}{\rho g} \pm h_s - h_{p_{totales\ succion}}$$

Datos:

- $P_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$
- $P_{vapor} = 2.5 \text{ KPa} = 2500 \text{ Pa}$ a $T_{agua} = 22^\circ \text{C}$ (Anexo A.12)
- $\rho_{agua} = 997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ a $T_{agua} = 22^\circ \text{C}$ (Anexo A.2)

- $h_s = +3 \text{ m}$ (Altura sobre el eje de la bomba hasta el punto E)
- Las pérdidas primarias y secundarias en la succión serían:

$$h_{p_{\text{succion}} \text{ total}} = \sum K_{\text{succ}} * \frac{V_1^2}{2g} + f * \frac{L_{\text{succ}}}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

Dónde:

K_{succ} : Coeficiente total en la succión, tenemos: 1 válvula de retención $k=2$, 1 tubería con proyección interna $K=1$ y válvula compuerta $K=0.15$ por lo consiguiente $K_{\text{succ}} = 3.15$

L_{succ} : Longitud de la tubería de succión, $L_{\text{succ}} = 5 \text{ m}$

Las pérdidas en la succión:

$$h_{p_{\text{succion}} \text{ total}} = 3.15 * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} + 0.016 * \frac{5 \text{ m}}{0.07792 \text{ m}} * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$h_{p_{\text{succion}} \text{ total}} = 1.26 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura disponible sería:

$$(\text{NPSH})_D = \frac{10^5 \text{ Pa} - 2500 \text{ Pa}}{997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 3 \text{ m} - 1.26 \text{ m}$$

$$(\text{NPSH})_D = 11.70 \text{ m}$$

Se tiene que la altura de succión positiva neta disponible es mayor a la altura de succión positiva requerida, por lo tanto, la bomba no cavita.

$$(\text{NPSH})_D > (\text{NPSH})_r$$

$$11.70 \text{ m} > 2.5 \text{ m}$$

e) Caída de presión: La caída de presión es parámetro fundamental en una red de distribución de agua, las normas técnicas peruanas especifican que la caída

de presión debe ser inferior 1bar.

$$\Delta P = \frac{f * L_e * V_1^2 * \rho_{\text{agua}}}{2 * d_1 * 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{0.016 * 20 * 2.43^2 * 997.61}{2 * 0.07792 * 10^5}$$

$$\Delta P = 0.12 \text{ bar}$$

Podemos indicar que el sistema de transporte de agua hacia los ablandadores no tendrá problemas en referencia a la caída de presión.

f) Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (03):

Potencia absorbida por el motor eléctrico:

$$P_{ME} = \frac{P_B}{\eta_m * \eta_{ME} * \eta_{cd}}$$

Dónde: (Anexo A.13)

- Potencia de la bomba: $P_B = 7.5 \text{ KW}$
- Rendimiento mecánico: $\eta_m = 97\%$
- Rendimiento del motor eléctrico: $\eta_{ME} = 88\%$
- Rendimiento de los conductores eléctricos: $\eta_{cd} = 98\%$

Tenemos

$$P_{ME} = \frac{7.5 \text{ KW}}{0.97 * 0.88 * 0.98}$$

$$P_{ME} = 9 \text{ KW}$$

Del catálogo DELCROSA de motores eléctricos trifásicos, seleccionamos el modelo de carcasa 132Ma, con una potencia nominal de 9.2 KW (12.5HP) (Anexo A.13).

Tabla 27 Parámetros principales del motor eléctrico (03)

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia nominal del motor	P_{ME}	12.5(9.2)	hp (KW)
Tensión de la red	U	380	V
Frecuencia de la red	f	60	Hz
Número de polos	2		-
Rendimiento del motor eléctrico	η_{ME}	88	%
Factor de potencia	$\cos(\phi)$	0.89	-
Velocidad de rotación nominal	n	3500	rpm

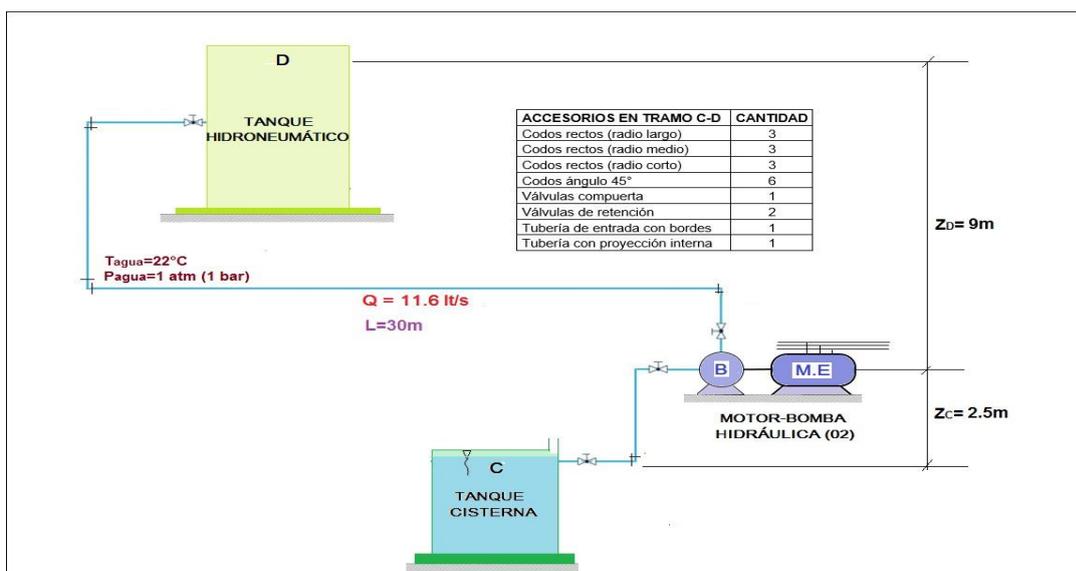
Fuente: elaboración propia

3.3.1.4. Bomba hidráulica y motor eléctrico (01), (02) y (04):

Las bombas hidráulicas (01), (02) y (04), tienen similares parámetros de operación. Pero se trabajará con la que tiene el mayor número de accesorios y longitud de tubería, para tal caso sería la bomba (02).

En la figura 30, se muestra un bosquejo del tramo C-D con sus principales parámetros de operación y los accesorios que dispone dicho tramo.

Figura 30 Bomba hidráulica de funcionamiento en el tramo C-D



Fuente: elaboración propia

a) Pérdidas hidráulicas:

- **Pérdidas secundarias:** provocadas por los accesorios a lo largo de la tubería.

Tabla 28 Coeficientes de pérdidas por accesorios en el tramo C-D

ACCESORIOS EN TRAMO E-F	CANTIDAD	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS (K) (Anexo A.10)	COEFICIENTE DE PÉRDIDAS TOTAL
Codos rectos (radio largo)	3	0.25	0.75
Codos rectos (radio medio)	3	0.35	1.05
Codos rectos (radio corto)	3	0.8	2.4
Codos ángulo 45°	6	0.3	1.8
Válvulas compuerta	1	0.15	0.15
Válvulas de retención	2	2	4
Tubería de entrada con bordes	1	0.5	0.5
Tubería con proyección interna	1	1	1
Total			11.65

Fuente: elaboración propia

Las pérdidas menores se determinan:

$$h_{p_m} = \sum K_{total} * \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_{p_m} = 11.65 * \frac{(2.43)^2}{2(9.81)}$$

$$h_{p_m} = 3.5 \text{ m}$$

- **Pérdidas primarias:** provocadas por la longitud de la tubería, para evaluar las pérdidas primarias, se procede de la siguiente manera:

• **Numero de Reynolds:**

$$Re = \frac{\rho_{agua} * V_1 * d_1}{\mu_{agua}}$$

Dónde:

Re: Número de Reynolds del agua fría en el tramo C-D

V_1 : Velocidad del agua en el tramo E-F, $V_1 = 2.43 \text{ m/s}$

ρ_{agua} : Densidad del agua a 22°C , $\rho_{\text{agua}} = 997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (Anexo A.2).

d_1 : Diámetro interior de las tuberías en el tramo C-D, $d_1 = 77.92 \text{ mm}$

μ_{agua} : Viscosidad dinámica del agua fría a 22°C , $\mu_{\text{agua}} = 968.90 * 10^{-6} \text{ Pa. s}$
(Anexo A.2).

El número de Reynolds en el tramo C-D, sería:

$$\text{Re} = \frac{(997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) * (2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}) * 77.92 * 10^{-3} \text{ m}}{968.90 * 10^{-6} \text{ Pa. s}}$$

$$\text{Re} = 194956.2 \rightarrow \text{Regimen Turbulento}$$

- **Rugosidad absoluta:** Para tuberías PVC la rugosidad absoluta es 0.0015 mm
Anexo A.11

$$\varepsilon = 0.0015 \text{ mm}$$

- **Factor de fricción:** Por la ecuación de Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * d_{\text{int}}} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{f}} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0.0015 \text{ mm}}{3.7 * 77.92 \text{ mm}} + \frac{2.51}{194956.2 * \sqrt{f}} \right)$$

Resolviendo:

$$f = 0.016$$

De la ecuación de Darcy – Weisbach, las pérdidas mayores son:

$$h_{pM} = f * \frac{L}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

$$h_{pM} = 0.016 * \frac{30 \text{ m}}{0.07792 \text{ m}} * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$h_{pM} = 1.85 \text{ m}$$

b) Altura del sistema, aplicando la ecuación de la energía:

$$H_{\text{sist}} = \frac{P_D - P_C}{\rho g} + \frac{V_D^2 - V_C^2}{2g} + Z_D - Z_C + h_{p_{\text{totales}}}$$

Dónde:

Punto D: Es el punto sobre el nivel del agua en el tanque hidroneumático

Punto C: Es el punto ubicado en el nivel de agua en el tanque cisterna

Tenemos:

- $P_C \approx 0 \text{ bar man}$
- $P_D \approx 0 \text{ bar man}$
- $V_C = 0$
- $V_D = 0$
- $Z_C = -2.5 \text{ m}$
- $Z_D = 6 \text{ m}$
- $h_{p_{\text{totales}}} = h_{p_m} + h_{p_M} = 3.5 \text{ m} + 1.85 \text{ m} = 5.35 \text{ m}$

Remplazando, la altura del sistema seria:

$$H_{\text{sist}} = \frac{0 - 0}{997.61 * 9.81} + \frac{0^2 - 0^2}{2(9.81)} + 9 - (-2.5) + 5.35 = 16.85 \text{ m}$$

c) Selección de la bomba hidráulica (01), (02) y (04):

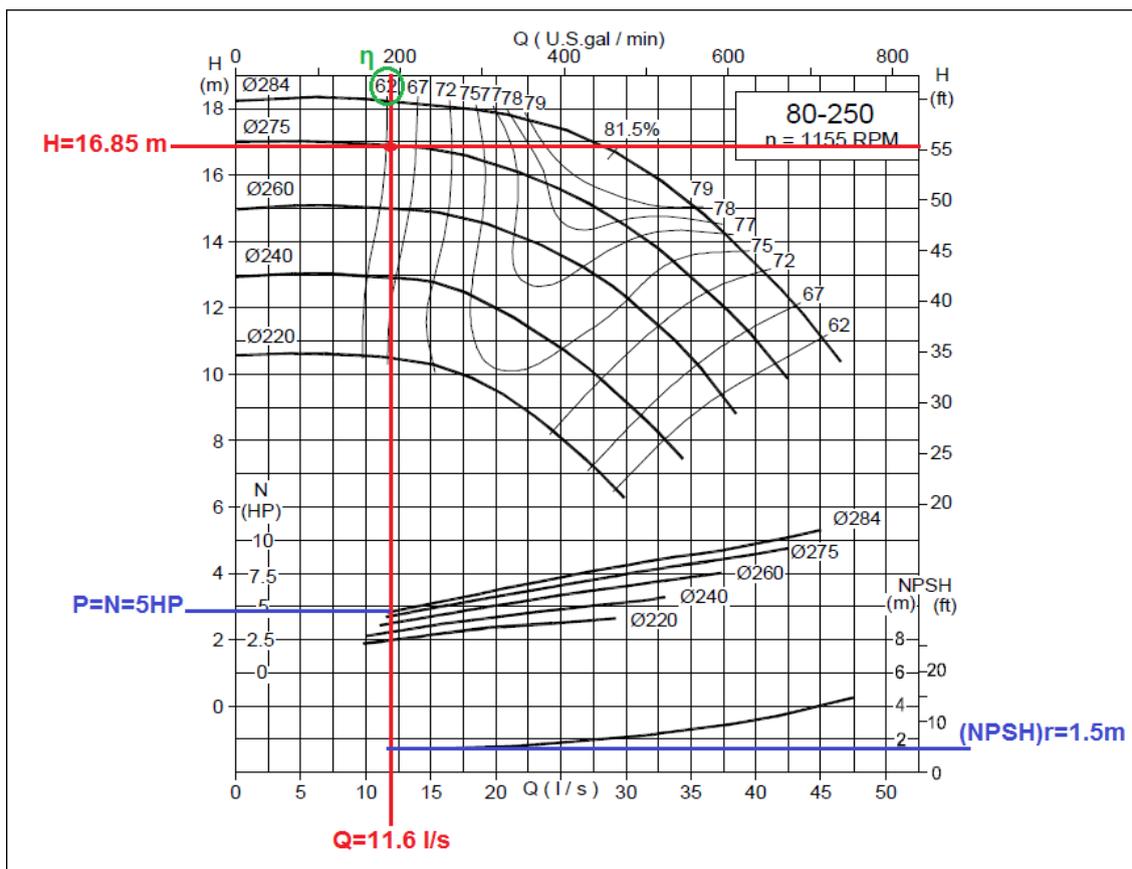
Del catálogo Hidrostral (Anexo A.16), la curva característica (Figura31) que cumple con el caudal (11.6 lt/s) y la altura de bombeo requerido (16.85 m), es la bomba hidráulica modelo 80-250, con las siguientes características principales:

Tabla 29 Parámetros principales de la bomba hidráulica (01), (02) y (04)

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia de la bomba	P_B	5(3.73)	hp (KW)
Altura neta de bombeo	H_B	16.85	m
Caudal	Q	11.6	lt/s
Rendimiento Volumétrico	η_B	62	%
Altura de succión positiva neta requerida	$(NPSH)_r$	1.5	M
Velocidad de rotación nominal	N	1155	Rpm

Fuente: elaboración propia

Figura 31 Curva característica de la bomba hidráulica (01), (02) y (04)



Fuente: elaboración propia

d) Análisis de cavitación de la bomba hidráulica (01), (02) y (04):

Tenemos que verificar que la bomba seleccionada no cavita, asegurando el correcto funcionamiento.

Calculo de la altura de succión positiva neta disponible:

$$(NPSH)_D = \frac{P_{atm} - P_{vapor}}{\rho g} \pm h_s - hp_{\text{totales}}_{\text{succion}}$$

Datos:

- $P_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$
- $P_{vapor} = 2.5 \text{ KPa} = 2500 \text{ Pa}$ a $T_{agua} = 22^\circ\text{C}$ (Anexo A.12)
- $\rho_{agua} = 997.61 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ a $T_{agua} = 22^\circ\text{C}$ (Anexo A.2)
- $h_s = -2.5 \text{ m}$ (Altura debajo del eje de la bomba)
- Las pérdidas primarias y secundarias en la succión serían:

$$hp_{\text{total}}_{\text{succion}} = \sum K_{\text{succ}} * \frac{V_1^2}{2g} + f * \frac{L_{\text{succ}}}{d_1} * \frac{V_1^2}{2g}$$

Dónde:

K_{succ} : Coeficiente total en la succión, tenemos: 1 válvula de retención $k=2$, 1 tubería con proyección interna $K=1$ y válvula compuerta $K=0.15$ por lo consiguiente $K_{\text{succ}} = 3.15$

L_{succ} : Longitud de la tubería de succión, $L_{\text{succ}} = 5 \text{ m}$

Las pérdidas en la succión:

$$hp_{\text{total}}_{\text{succion}} = 3.15 * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} + 0.016 * \frac{5 \text{ m}}{0.07792 \text{ m}} * \frac{(2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$hp_{\text{total}}_{\text{succion}} = 1.26 \text{ m}$$

Por lo tanto, la altura disponible sería:

$$(NPSH)_D = \frac{10^5 \text{ Pa} - 2500 \text{ Pa}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} - 2.5 \text{ m} - 1.26 \text{ m}$$

$$(NPSH)_D = 6.20 \text{ m}$$

Se tiene que la altura de succión positiva neta disponible es mayor a la altura de succión positiva requerida, por lo tanto, la bomba no cavita.

$$(NPSH)_D > (NPSH)_r$$

$$6.20 \text{ m} > 1.5 \text{ m}$$

e) Caída de presión: La caída de presión es parámetro fundamental en una red de distribución de agua, las normas técnicas peruanas especifican que la caída de presión debe ser inferior 1bar.

$$\Delta P = \frac{f * L_e * V_1^2 * \rho_{\text{agua}}}{2 * d_1 * 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{0.016 * 30 * 2.43^2 * 997.61}{2 * 0.07792 * 10^5}$$

$$\Delta P = 0.18 \text{ bar}$$

Podemos indicar que el sistema de transporte de agua hacia el tanque hidroneumático no tendrá problemas en referencia a la caída de presión.

f) Dimensionamiento y selección del motor eléctrico para la bomba hidráulica (01), (02) y (04):

Potencia absorbida por el motor eléctrico:

$$P_{ME} = \frac{P_B}{\eta_m * \eta_{ME} * \eta_{cd}}$$

Dónde: (Anexo A.13)

- Potencia de la bomba: $P_B = 7.5 \text{ KW}$

- Rendimiento mecánico: $\eta_m = 97\%$
- Rendimiento del motor eléctrico: $\eta_{ME} = 85.5\%$
- Rendimiento de los conductores eléctricos: $\eta_{cd} = 98\%$

Tenemos

$$P_{ME} = \frac{3.73 \text{ KW}}{0.97 * 0.855 * 0.98}$$

$$P_{ME} = 4.5 \text{ KW}$$

Del catálogo DELCROSA de motores eléctricos trifásicos, seleccionamos el modelo de carcasa 132S, con una potencia nominal de 4.5 KW (6HP) (Anexo A.13).

Figura 32 Parámetros principales del motor eléctrico (01), (02) y (04)

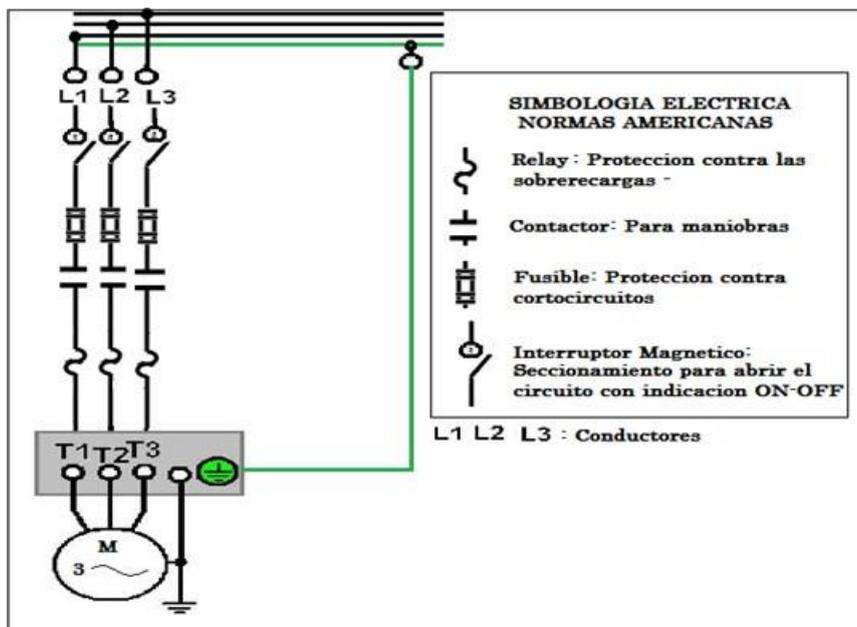
Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Potencia nominal del motor	P_{ME}	6 (4.5)	hp (KW)
Tensión de la red	U	380	V
Frecuencia de la red	F	60	Hz
Número de polos	6		-
Rendimiento del motor eléctrico	η_{ME}	85.5	%
Factor de potencia	$\cos(\phi)$	0.76	-
Velocidad de rotación nominal	N	1150	rpm

Fuente: elaboración propia

3.3.2. Dimensionamiento y selección de los conductores eléctricos

En la figura 33, se detalla el sistema de protección y conductores eléctricos para los nuevos motores eléctricos de accionamiento de las bombas hidráulicas seleccionadas.

Figura 33 Equipos y conductores de protección de los motores eléctricos



Fuente: elaboración propia

3.3.2.1. Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (09):

a) Caída de tensión en los conductores:

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% U_n$$

Donde la tensión nominal del motor es 380V

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% (380V)$$

$$\Delta U_{cd} = 5.7 V$$

b) Corriente nominal:

$$I_n = \frac{P_{ME}}{\cos\phi * U_n}$$

Donde, el factor de potencia es 0.92 (Anexo A.13)

Tenemos:

$$I_n = \frac{18.50 * 10^3 W}{0.92 * 380 V}$$

$$I_n = 53 \text{ A}$$

- Resistencia de los conductores:

$$R_{cd} = \frac{\Delta U_{cd}}{I_n}$$

$$R_{cd} = \frac{5.7 \text{ V}}{53 \text{ A}}$$

$$R_{cd} = 0.11 \Omega$$

- La sección transversal del conductor:

$$S = \frac{\rho * L}{R_{cd}}$$

Dónde:

La resistividad del cobre es $\rho = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}$ (Anexo A.14).

La longitud promedio de los conductores es 100 m

Remplazando:

$$S = \frac{0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * 100 \text{ m}}{0.11 \Omega}$$

$$S = 16 \text{ mm}^2$$

Del catálogo de INDECO seleccionamos el calibre NYY 3-1*25 mm², por aire con una corriente nominal de 131 A (Anexo A.15).

Donde se cumple:

$$(I_n)_{\max} > I_n \quad (131A > 53A)$$

$$(S)_{\max} > S \quad (25\text{mm}^2 > 16 \text{mm}^2)$$

3.3.2.2. Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (05), (06), (07) y (08):

a) Caída de tensión en los conductores:

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% U_n$$

Donde la tensión nominal del motor es 380V

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% (380V)$$

$$\Delta U_{cd} = 5.7 \text{ V}$$

b) Corriente nominal:

$$I_n = \frac{P_{ME}}{\cos\phi * U_n}$$

Donde, el factor de potencia es 0.80 (Anexo A.13)

Tenemos:

$$I_n = \frac{1.5 * 10^3 W}{0.80 * 380V}$$

$$I_n = 5 \text{ A}$$

- Resistencia de los conductores:

$$R_{cd} = \frac{\Delta U_{cd}}{I_n}$$

$$R_{cd} = \frac{5.7 \text{ V}}{5 \text{ A}}$$

$$R_{cd} = 1.14 \Omega$$

- La sección transversal del conductor:

$$S = \frac{\rho * L}{R_{cd}}$$

Dónde:

La resistividad del cobre es $\rho = 0.0175 \frac{\Omega * mm^2}{m}$ (Anexo A.14).

La longitud promedio de los conductores es 100 m

Remplazando:

$$S = \frac{0.0175 \frac{\Omega * mm^2}{m} * 100 m}{1.14 \Omega}$$

$$S = 1.54 mm^2$$

Del catálogo de INDECO seleccionamos el calibre NYY 3-1*6 mm², por aire con una corriente nominal de 54 A (Anexo A.15).

Donde se cumple:

$$(I_n)_{max} > I_n \quad (54A > 5A)$$

$$(S)_{max} > S \quad (6mm^2 > 1.54 mm^2)$$

3.3.2.3. Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (03):

a) Caída de tensión en los conductores:

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% U_n$$

Donde la tensión nominal del motor es 380V

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% (380V)$$

$$\Delta U_{cd} = 5.7 V$$

b) Corriente nominal:

$$I_n = \frac{P_{ME}}{\cos\phi * U_n}$$

Donde, el factor de potencia es 0.89 (Anexo A.13)

Tenemos:

$$I_n = \frac{9.2 * 10^3 W}{0.89 * 380 V}$$

$$I_n = 27.2 A$$

- Resistencia de los conductores:

$$R_{cd} = \frac{\Delta U_{cd}}{I_n}$$

$$R_{cd} = \frac{5.7 V}{27.20 A}$$

$$R_{cd} = 0.21 \Omega$$

- La sección transversal del conductor:

$$S = \frac{\rho * L}{R_{cd}}$$

Dónde:

La resistividad del cobre es $\rho = 0.0175 \frac{\Omega * mm^2}{m}$ (Anexo A.14).

La longitud promedio de los conductores es 100 m

Remplazando:

$$S = \frac{0.0175 \frac{\Omega * mm^2}{m} * 100 m}{0.21 \Omega}$$

$$S = 8.333 mm^2$$

Del catálogo de INDECO seleccionamos el calibre NYY 3-1*10 mm², por aire con una corriente nominal de 74 A (Anexo A.15).

Donde se cumple:

$$(I_n)_{\max} > I_n \quad (74A > 27.20A)$$

$$(S)_{\max} > S \quad (10\text{mm}^2 > 8.333 \text{ mm}^2)$$

3.3.2.4. Calibre de los conductores eléctricos del motor eléctrico (01), (02) y (04):

a) Caída de tensión en los conductores:

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% U_n$$

Donde la tensión nominal del motor es 380V

$$\Delta U_{cd} = 1.5\% (380V)$$

$$\Delta U_{cd} = 5.7 V$$

b) Corriente nominal:

$$I_n = \frac{P_{ME}}{\cos\phi * U_n}$$

Donde, el factor de potencia es 0.76 (Anexo A.13)

Tenemos:

$$I_n = \frac{4.5 * 10^3 W}{0.76 * 380V}$$

$$I_n = 15.6 A$$

- Resistencia de los conductores:

$$R_{cd} = \frac{\Delta U_{cd}}{I_n}$$

$$R_{cd} = \frac{5.7 \text{ V}}{15.60 \text{ A}}$$

$$R_{cd} = 0.37 \Omega$$

- La sección transversal del conductor:

$$S = \frac{\rho * L}{R_{cd}}$$

Dónde:

La resistividad del cobre es $\rho = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}$ (Anexo A.14).

La longitud promedio de los conductores es 100 m

Remplazando:

$$S = \frac{0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * 100 \text{ m}}{0.37 \Omega}$$

$$S = 4.73 \text{ mm}^2$$

Del catálogo de INDECO seleccionamos el calibre NYY 3-1*6 mm², por aire con una corriente nominal de 54 A (Anexo A.15).

Donde se cumple:

$$(I_n)_{\max} > I_n \quad (54\text{A} > 15.60\text{A})$$

$$(S)_{\max} > S \quad (6\text{mm}^2 > 4.73 \text{ mm}^2)$$

En la tabla 30, se detalla el resumen del dimensionamiento y selección de las bombas hidráulicas, motores eléctricos y conductores eléctricos

Tabla 30 Resumen del dimensionamiento y selección de bombas hidráulicas, motores eléctricos y calibre de conductores

BOMBA HIDRÁULICA Y MOTOR ELÉCTRICO	POTENCIA DE LA BOMBA HIDRÁULICA HP(KW)	MODELO DE CARCASA DE LA BOMBA HIDRÁULICA	POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO HP(KW)	MODELO DE CARCASA DEL MOTOR ELÉCTRICO	CALIBRE DE LOS CONDUCTORES (mm³)
09	20(15)	40-200	25(18.50)	160M	3-1*25
08	1 (0.75)	40-125	2(1.5)	90S	3-1*6
07	1 (0.75)	40-125	2(1.5)	90S	3-1*6
06	1 (0.75)	40-125	2(1.5)	90S	3-1*6
05	1 (0.75)	40-125	2(1.5)	90S	3-1*6
04	5(3.73)	80-250	6(4.5)	132S	3-1*6
03	10(7.5)	50-160	12.5(9.2)	132Ma	3-1*10
02	5(3.73)	80-250	6(4.5)	132S	3-1*6
01	5(3.73)	80-250	6(4.5)	132S	3-1*6

Fuente: elaboración propia

3.4. Diseño del tanque hidroneumático

Para el análisis del diseño del tanque hidroneumático, es necesario primero describir el estado actual y el estado deseado del mismo:

Estado Actual del Tanque	Estado Deseado del Tanque
Tipo vertical sin membrana interna	Tipo vertical sin membrana interna
Presión no constante (40 - 60 psi)	Presión Constante (90 psi)
Alta corrosión interna	Con pintura interna para evitar corrosión

Es necesario también definir el tiempo de llenado de los fluidos agua y aire (tiempo necesario para lograr en conjunto la presión de 60 PSI), el cual es en promedio 5 minutos (300 segundos).

Una vez definido el tiempo, se procede a determinar el volumen de agua requerido en el tanque hidroneumático:

$$V_{\text{agua}} = (Q_{\text{agua}})_t * t_{\text{llenado}}$$

Dónde:

$(Q_{\text{agua}})_t$: Caudal de agua total de ingreso al tanque hidroneumático, $(Q_{\text{agua}})_t = 0.0116 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

V_{agua} : Volumen de agua contenido en el tanque hidroneumático

t_{llenado} : Tiempo de llenado para lograr la presión del agua, $t_{\text{llenado}} = 300 \text{ s}$

Reemplazando:

$$V_{\text{agua}} = 0.0116 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 300 \text{ s}$$

$$V_{\text{agua}} = 3.48 \text{ m}^3$$

A continuación, se realizará la metodología del cálculo del tanque hidroneumático, fundamentada en Sección VIII – División 1 del código ASME y en la norma técnica peruana NTP 111.013

a) Volumen máximo: Es fundamental evaluar el volumen máximo del tanque hidroneumático para futuras ampliaciones de la planta. Según el código ASME recomienda un factor de servicio de 1.25 (25% adicional de llenado).

$$(V_{\text{agua}})_{\text{máx}} = V_{\text{agua}} * f. s$$

Dónde:

$(V_{\text{agua}})_{\text{máx}}$: Volumen máximo de agua permitido en el tanque hidroneumático.

V_{agua} : Volumen de agua contenido en el tanque hidroneumático, $V_{\text{agua}} = 3.48 \text{ m}^3$

f. s: Factor de servicio, f. s = 1,25

Reemplazando:

$$(V_{\text{agua}})_{\text{máx}} = 3.48 \text{ m}^3 * 1.25$$

$$(V_{\text{agua}})_{\text{máx}} = 4.35 \text{ m}^3$$

Convirtiendo de m^3 a pie^3 ($1\text{pie}^3 = 0.028316 \text{ m}^3$)

$$(V_{\text{agua}})_{\text{máx}} = 153.6 \text{ pie}^3$$

b) Condiciones de operación del tanque cilíndrico vertical:

Las condiciones de operación del tanque hidroneumático, se regirá según lo expuesto en la Sección VIII – División 1 del código ASME:

- ✓ Presión y Temperatura de almacenamiento: Norma Técnica peruana: NTP-111.013
 - Presión de servicio de trabajo: 60 PSI (4.14 bar)
 - Temperatura = 22°C
- ✓ Margen de corrosión: C = 0.125 pulg (3.175mm)
- ✓ Velocidad de corrosión: 5 milésimas de pulg/año
- ✓ Vida operativa del tanque hidroneumático

$$\text{Vida operativa} = \frac{\text{margen de corrosión}}{\text{Velocidad de corrosión}} = \frac{0.125 \text{ pulg}}{0.005 \frac{\text{pulg}}{\text{año}}} = 25 \text{ años}$$

- ✓ Material del tanque: Acero al carbón ASTM A-53 Grado A al SI, sin costura (Material recomendado para tanques hidroneumáticos), con un esfuerzo admisible $S=840 \text{ Kg/cm}^2$ (53 KPSI) (Anexo A.17).
- ✓ Eficiencia de soldadura: Los tipos de uniones, serán soldados a tope unida con soldadura por ambos lados, con una eficiencia $E=85\%$, (Anexo A.18).

c) Presión de diseño: Para recipientes hidroneumáticos con presiones inferiores o iguales a 300 PSI, la norma ASTM establece que la presión de diseño se determina:

$$P = (P_o + 30) \text{ psi}$$

Dónde:

P: Presión de diseño del tanque hidroneumático

P_o : Presión de operación de los fluidos en el tanque hidroneumático, $P_o = 60 \text{ PSI}$

Reemplazando:

$$P = 60 + 30 = 90 \text{ psi}$$

Por lo consiguiente, el tanque hidroneumático, podrá operar máximo a 90 PSI.

d) Dimensionamiento óptimo del recipiente: Para determinar el diámetro óptimo, primero se determina el factor "F" de medidas adecuadas en el recipiente a presión:

$$F = \frac{P}{C * S * E}$$

Dónde:

P: Presión máxima de servicio en el tanque hidroneumático, $P = 90 \text{ psi}$

C: Margen de corrosión, $C = 0.125 \text{ pulg}$

E: Eficiencia de soldadura, $E=85\%$

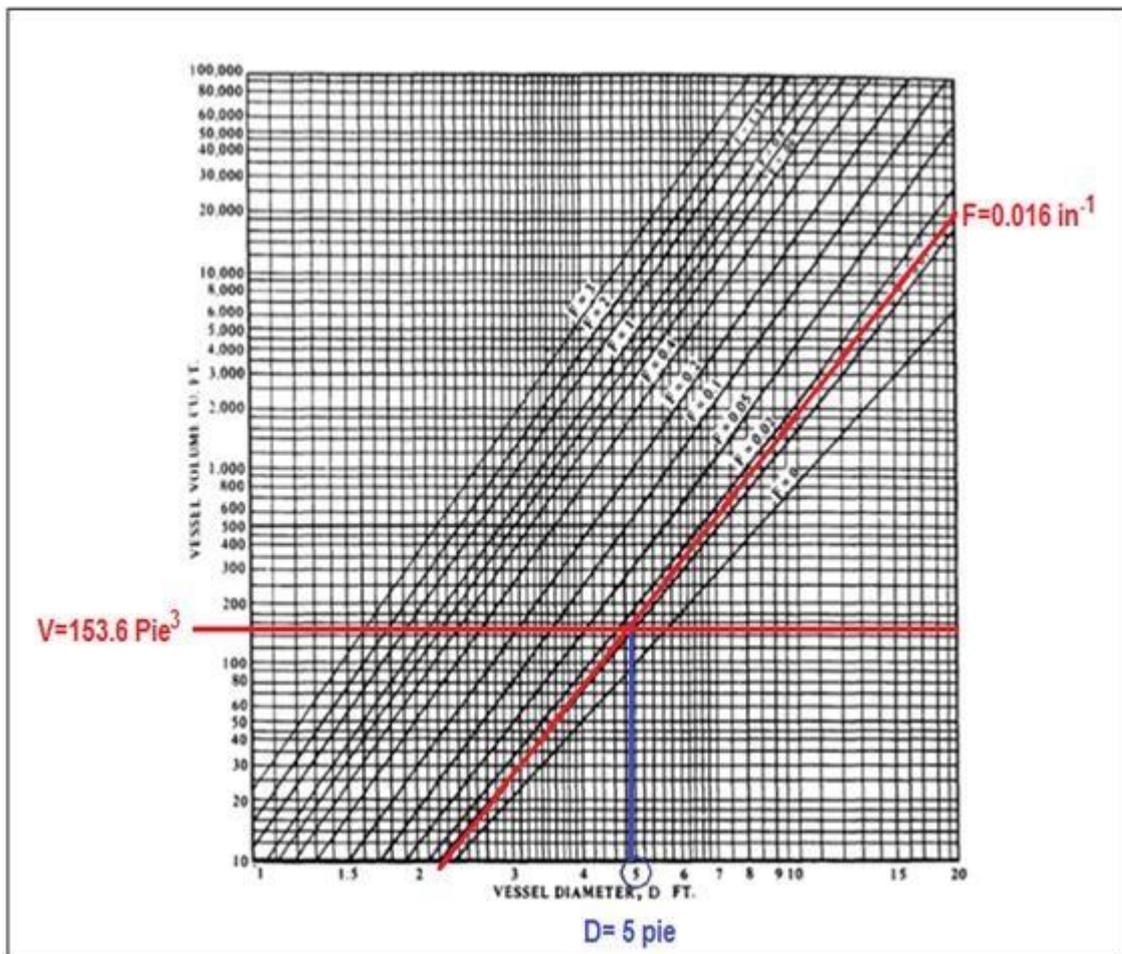
S: Esfuerzo admisible S=53 KPSI

$$F = \frac{90 \text{ psi}}{0.125 * 53 * 10^3 * 0.85} = 0.016 \text{ pulg}^{-1}$$

En la figura 34, interceptamos el valor de $F = 0.016 \text{ pulg}^{-1}$ y del volumen y $(V_{\text{agua}})_{\text{máx}} = 153.6 \text{ pie}^3$, obteniendo el diámetro interior del tanque:

$$D_{\text{int}} = 5 \text{ pies} = 60 \text{ pulg} = 1524 \text{ mm}$$

Figura 34 Medidas óptimas del diámetro interior del recipiente



Fuente: Anexo A.19 Sección VIII – División 1 del código ASME.

e) **Altura del tanque:** Ya obtenido el diámetro interno óptimo, se procede a determinar el valor de la altura del recipiente:

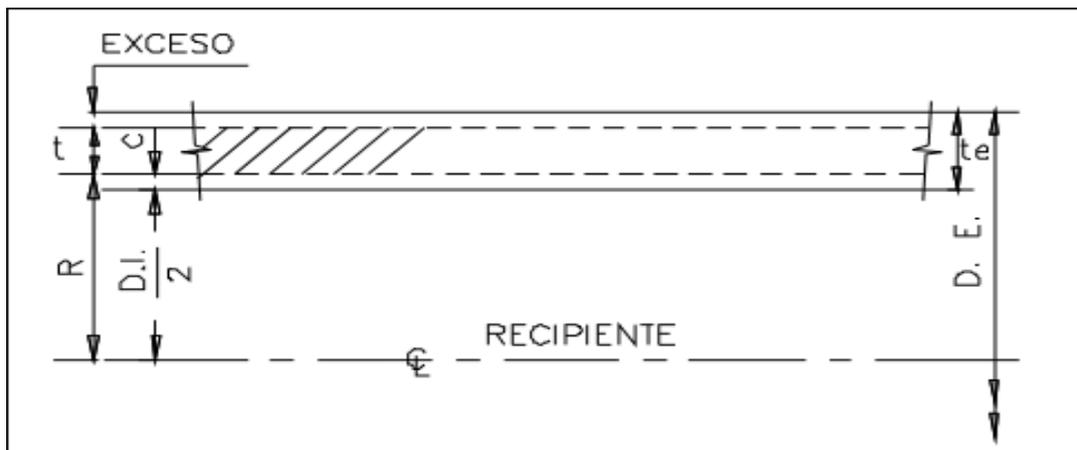
$$H = \frac{4 * (V_{\text{agua}})_{\text{max}}}{\pi * D_{\text{int}}^2} + \frac{D_{\text{int}}}{3}$$

$$H = \frac{4 * 153.6 \text{ pie}^3}{\pi * (5 \text{ pie})^2} + \frac{5 \text{ pie}}{3}$$

$$H = 9.50 \text{ pie} = 114 \text{ pulg} = 2895.6 \text{ mm}$$

f) **Cálculo del espesor del cuerpo y tapas por presión interna:** Para un recipiente cilíndrico vertical por presión interna, es necesario realizar independientemente el cálculo del espesor del cuerpo y las tapas.

Figura 35 Espesor de pared del cuerpo.



Fuente: Sección VIII – División 1 del código ASME.

- **Espesor del cuerpo:**

$$t = \frac{P * R_{\text{int}}}{S * E - 0.6 P}$$

Dónde:

P: Presión máxima de servicio en el tanque hidroneumático, P = 90 psi

R_{int}: Radio interior del tanque hidroneumático, R_{int} = 30 pulg

E: Eficiencia de soldadura, E=85%

S: Esfuerzo admisible S=53 KPSI

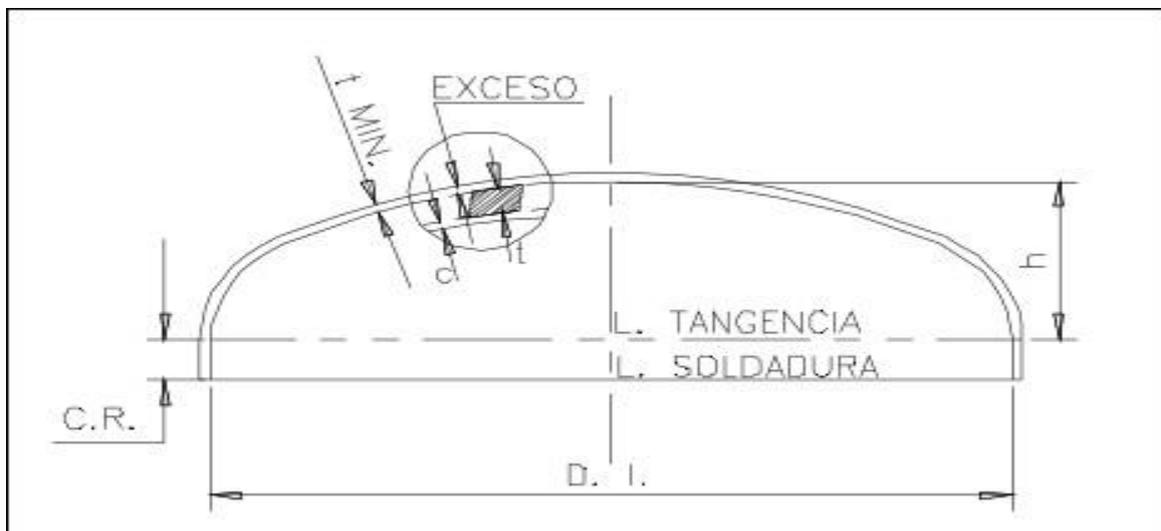
$$t = \frac{90 * 30}{53000 * 0.85 - 0.6 * 90} = 0.0599 \text{ pulg}$$

Al valor obtenido, se le suma el margen de corrosión y el valor obtenido se aproxima a valores comerciales (Anexo A.20), es decir:

$$t_e = t + 2 * C = 0.0599 + 2 * 0.125 = 0.3099 \text{ pulg} = \frac{5}{16} \text{ pulg} = 7.9375 \text{ mm}$$

- Espesor de pared de las tapas semielípticas:

Figura 36 Cabezas del recipiente Hidroneumático



Fuente: Sección VIII – División 1 del código ASME.

Se determina:

$$t = \frac{P * R_{int}}{S * E - 0.1 P}$$

Dónde:

P: Presión máxima de servicio en el tanque hidroneumático, P = 90 psi

R_{int} : Radio interior del tanque hidroneumático, $R_{int} = 30$ pulg

E: Eficiencia de soldadura, $E=85\%$

S: Esfuerzo admisible $S=53$ KPSI

$$t = \frac{90 * 30}{53000 * 0.85 - 0.1 * 90} = 0.06 \text{ pulg}$$

Al valor obtenido, se le suma el margen de corrosión y el valor obtenido se aproxima a valores comerciales (Anexo A.20), es decir:

$$t_e = t + 2 * C = 0.06 + 2 * 0.125 = 0.31 \text{ pulg} = \frac{5}{16} \text{ pulg} = 7.9375 \text{ mm}$$

g) Alturas de las tapas semielípticas:

- **Altura interior:**

$$h_{int} = \frac{D_{int}}{4} = \frac{60 \text{ pulg}}{4} = 15 \text{ pulg} = 381 \text{ mm}$$

- **Altura exterior:**

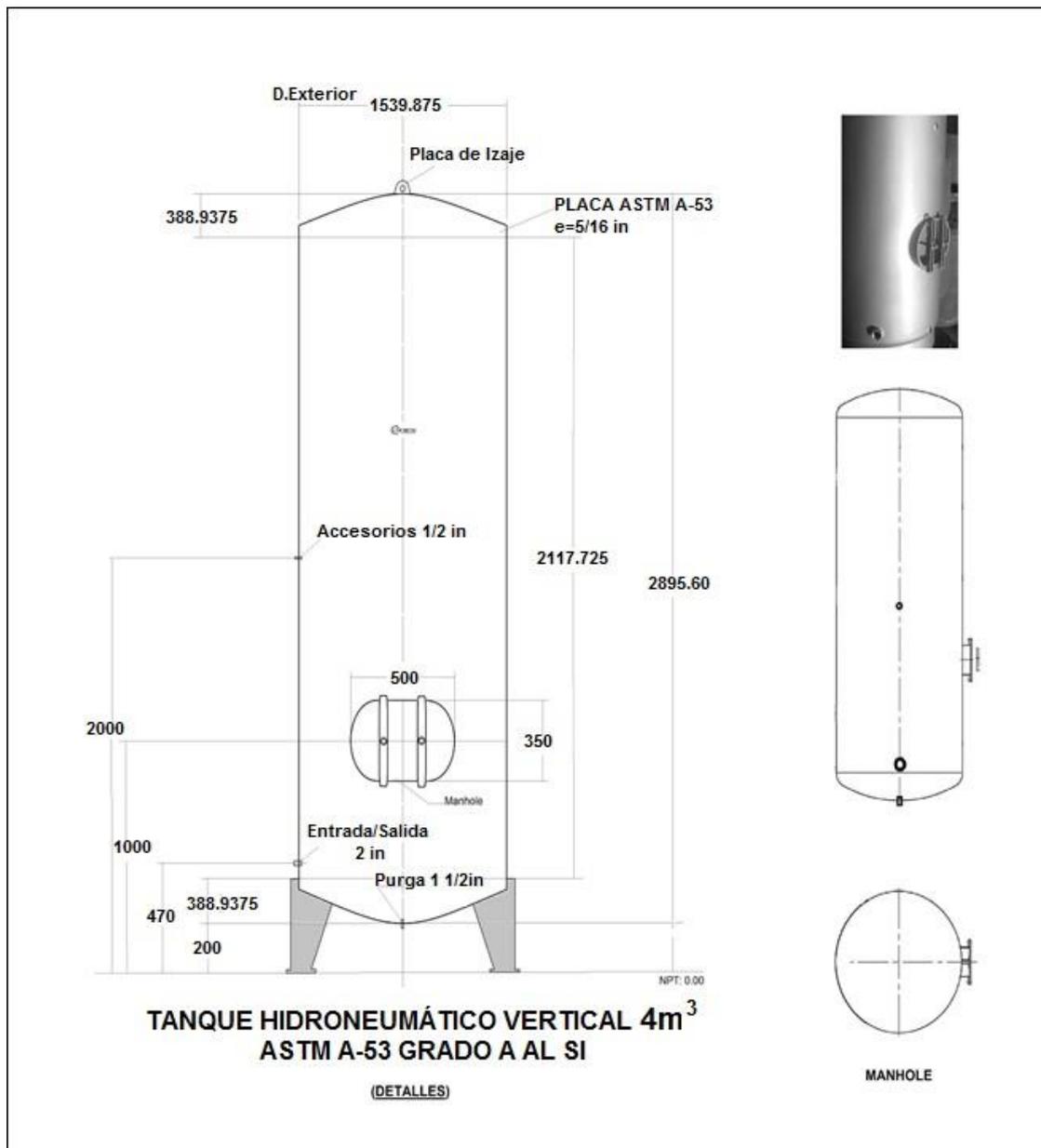
$$h_{ext} = h_{int} + t_e = 15 + \frac{5}{16} = 15.3125 \text{ pulg} = 388.9375 \text{ mm}$$

h) Diámetro exterior del tanque hidroneumático:

$$D_{ext} = D_{int} + 2 * t_e = 60 + 2 * \frac{5}{16} = 60.625 \text{ pulg} = 1539.875$$

En la figura 37 se muestran las principales dimensiones del tanque hidroneumático

Figura 37 Dimensiones del tanque hidroneumático



Fuente: elaboración propia

i) Análisis de soldadura en el tanque hidroneumático: Es primordial evaluar el esfuerzo de la soldadura frente al esfuerzo interno de los fluidos, para evitar fatiga

o agrietamiento en las zonas soldadas. Para tal caso aplicaremos una secuencia de cálculo según el National Building Code:

- **Área lateral del cilindro hidroneumático:** Es el área lateral del cilindro vertical sometida a la presión máxima de diseño de 90 PSI.

$$A_{\text{lateral tanque}} = \pi * D_{\text{ext}} * H$$

$$A_{\text{lateral tanque}} = \pi * 1.539875 \text{ m} * 2.89560 \text{ m}$$

$$A_{\text{lateral tanque}} = 14 \text{ m}^2$$

- **Fuerza interna en el cilindro hidroneumático:** Es la fuerza máxima aplicada en toda el área lateral del tanque y a la que estará constantemente sometida la soldadura.

$$F_{\text{interna}} = P_{\text{fluido}} * A_{\text{lateral tanque}}$$

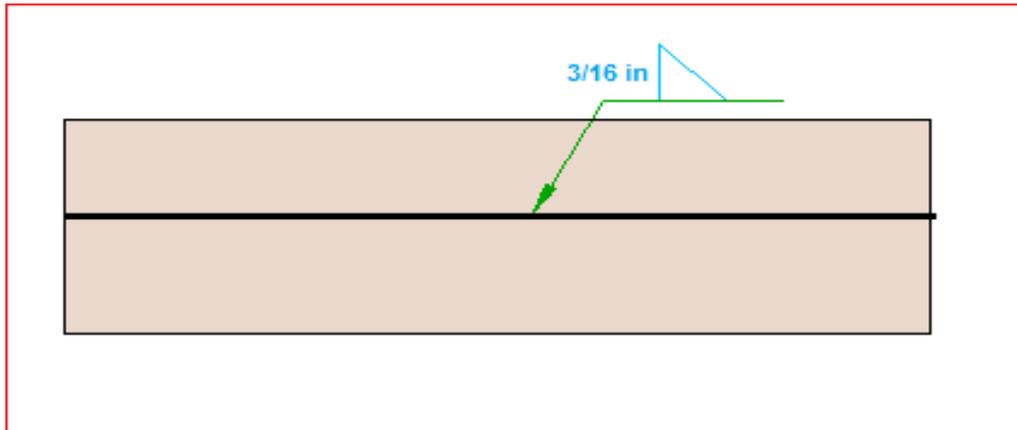
La presión interna máxima del fluido es la presión de diseño, es decir 90 PSI (6.21 * 10⁵ Pa).

$$F_{\text{interna}} = 6.21 * 10^5 \text{ Pa} * 14 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{interna}} = 8694000 \text{ N}$$

- **Tamaño de la soldadura:** Depende del espesor de la plancha ASTM A-53 (5/16 in), Por lo consiguiente el tamaño de la soldadura sería 3/16 in (4.8 mm) (Anexo 21).

Figura 38 Esquema –Línea de soldadura en el tanque hidroneumático



Fuente: elaboración propia

- Área de soldadura:

$$A = 0.707 * h * H * n$$

Dónde:

A: Área de la soldadura

h: Es el tamaño de la soldadura, h = 4.8 mm

H: Es la altura máxima del tanque hidroneumático, H=2.89560 m

n: Número de cordones máximo, n=10

Reemplazando:

$$A = 0.707 * 0.0048 \text{ m} * 2.89560 \text{ m} * 10$$

$$A = 0.1 \text{ m}^2$$

- Esfuerzo cortante en la soldadura:

$$\tau = \frac{F_{\text{interna}}}{A}$$

$$\tau = \frac{8694000 \text{ N}}{0.1 \text{ m}^2}$$

$$\tau = 87 \text{ MPa}$$

- Momento de inercia unitario:

$$I_u = \frac{H^3}{12}$$
$$I_u = \frac{(2.89560 \text{ m})^3}{12}$$
$$I_u = 2 \text{ m}^3$$

- Momento de inercia:

Se procede a calcular el momento de Inercia basado en la garganta de la soldadura:

$$I = 0.707 * h * I_u$$
$$I = 0.707 * (0.0048 \text{ m})(2 \text{ m}^3)$$
$$I = 7 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

- Esfuerzo flector:

$$\sigma_{\max} = \frac{M * Y}{I}$$

Dónde:

M: Momento flexionante, $M = \frac{F_{\text{interna}}}{n} * \frac{H}{2} = \frac{8694000}{10} * \frac{2.8956}{2} = 869401.45 \text{ N. m}$

Y: Es el radio máximo del cilindro, $Y = D_{\text{ext}}/2 = 1539.875/2 = 770 \text{ mm}$

Reemplazando:

$$\sigma_{\max} = \frac{869401.45 \text{ N. m} * 0.770 \text{ m}}{7 * 10^{-3} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_{\max} = 96 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo máximo en la soldadura:

Una vez obtenidos los componentes de esfuerzo cortante (τ) y esfuerzo normal por flexión máxima (σ_{\max}) para la soldadura sometida a flexión se puede combinarlas utilizando un diagrama de circulo de Mohr, para evaluar el esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\max}}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{96}{2}\right)^2 + (87)^2}$$

$$\tau_{\max} = 99.40 \text{ MPa}$$

- Factor de seguridad:

Considerando un electrodo E7018 3/16", cuyo esfuerzo de fluencia es de 384 MPa (Anexo A.22), se obtiene el siguiente factor de seguridad, por la teoría de falla del máximo esfuerzo cortante:

$$n = \frac{S_{Sy}}{\tau_{\max}} = \frac{0.5 S_y}{\tau_{\max}}$$

$$n = \frac{0.5 * 384 \text{ MPa}}{99.40 \text{ MPa}} = 2$$

La AWS (Sociedad Americana de Soldadura), establece que el factor de seguridad debe ser mayor o igual a 1.44, por lo consiguiente el factor de seguridad de 2 y el tipo de electrodo seleccionado son aceptables.

- Cantidad de soldadura:

$$m_{\text{soldadura}} = \frac{\rho_s * V_s}{\eta_{\text{arco}}} * f. s$$

El volumen de la soldadura,

$$V_s = A_s * L_{\text{cordon}}$$

El área del cordón de soldadura lo aproximaremos a un cuadrado, por lo tanto:

$$A_s = h^2$$

Remplazando el volumen y el área en la masa de la soldadura tenemos:

$$m_{\text{soldadura}} = \frac{\rho_s * h^2 * L_{\text{cordon}} * f. s}{\eta_{\text{arco}}}$$

Datos:

Densidad de la soldadura promedio: $\rho_s = 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

Tamaño de la soldadura: $h = 0.0048 \text{ m}$

La longitud del cordón sería: $L_{\text{cordon}} = H * n = 2.89560 \text{ m} * 10 = 29 \text{ m}$

Reemplazando en la masa, con un rendimiento de arco de 85% y factor de servicio de 1.2:

$$m_{\text{soldadura}} = \frac{(7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}) * (0.0048 \text{ m})^2 * 29 * 1.2}{0.85}$$

$$m_{\text{soldadura}} = 7.40 \text{ Kg}$$

3.5. Diagnóstico final

3.5.1. Diagnóstico de resultados del proceso de incubación

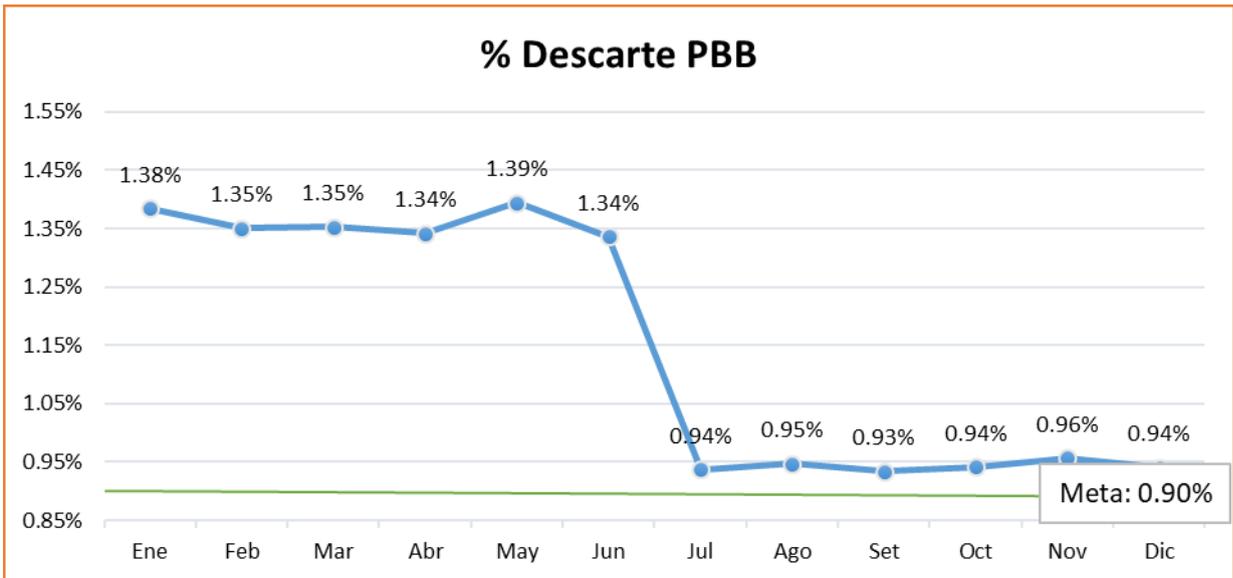
Se presenta los resultados del porcentaje % de descarte por la implementación de las mejoras en el sistema de abastecimiento para el segundo semestre del año 2017. En el anexo n° 30 se detalla los porcentajes % de descarte de las 111 incubaciones.

Tabla 31 Porcentaje de descarte de PBB en el segundo semestre 2017

Mes	% descarte
Jul	0.94%
Ago	0.95%
Set	0.93%
Oct	0.94%
Nov	0.96%
Dic	0.94%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3 Porcentaje de descarte de PBB en el segundo semestre 2017



Fuente: elaboración propia

En la tabla se observa que el promedio del porcentaje % de descarte durante el segundo semestre del año 2017, es de 0.94%, lo que representaba una reducción del 0.42% con respecto al promedio inicial de 1.36%; y para calcular la variación porcentual utilizamos la siguiente fórmula $((\text{Valor final} - \text{Valor inicial}) / \text{Valor inicial})\%$, entonces $((0.94 - 1.36) / 1.36)\%$, nos da una variación porcentual de -30.1%, una reducción significativa.

Se realizó el cálculo económico por la disminución del porcentaje % de descarte, se tiene la siguiente data con la cantidad de huevos a incubar en el segundo semestre del 2017.

Tabla 32 Cantidad de huevos incubables durante el segundo semestre 2017

Mes	HI
Jul	3,102,045
Ago	3,088,962
Set	2,835,160
Oct	2,809,833
Nov	3,110,621
Dic	2,691,789

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que el costo de cada PBB nacido es de S/ 0.90 y el porcentaje % de nacimiento de cada mes, calculamos la reducción de la pérdida económica como se realizó para la tabla n 11°

Tabla 33 Cálculo de la pérdida económica de PBB durante el segundo semestre 2017

Mes	HI	% Nac	% descarte	diferencia de % descarte	Qty. PBB descartado	costo PBB	Pérdida económica
Jul	3,102,045	78%	0.94%	0.04%	1,143	0.9	S/1,029
Ago	3,088,962	83%	0.95%	0.05%	1,469	0.9	S/1,322
Set	2,835,160	83%	0.93%	0.03%	964	0.9	S/868
Oct	2,809,833	84%	0.94%	0.04%	1,175	0.9	S/1,058
Nov	3,110,621	84%	0.96%	0.06%	1,762	0.9	S/1,586
Dic	2,691,789	82%	0.94%	0.04%	1,084	0.9	S/976
Total	17,638,410				7,597		S/6,837

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla, la cantidad de PBB descartado hacen un total de 7,597; lo que en costo significa total de S/6,837 durante el segundo semestre del año 2017, y una reducción de 90.45% con respecto a los S/ 71,631 inicial.

3.5.2. Diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua

A continuación, se presentó el resultado de las presiones de agua (bar) de las 20 primeras incubaciones del segundo semestre del año 2017. En el anexo n° 31 se detallan las presiones de la muestra de 111 incubaciones durante sus 19 días de incubación, en el periodo de julio a diciembre 2017.

Tabla 34 Presión de agua de las primeras 20 incubaciones realizadas durante el segundo semestre del año 2017

N° Incubación	Día de Incubación																			Promedio (Bar)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
109	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.96
110	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.94
111	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.94
112	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	2.98
113	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	2.94
114	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.95
115	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.95
116	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.94
117	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	2.94
118	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.94
119	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.94
120	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	2.97
121	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	2.94
122	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.95
123	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.95
124	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.95
125	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.94
126	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.95
127	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.94
128	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.95

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla n° 34 los valores promedios de la presión de agua durante los 19 días de incubación en el segundo semestre se mantienen en 2.95 bar, el cual es un valor muy cercano a los 3.0 bar, lo que a su vez generó una disminución en el porcentaje % de descarte.

3.6. Análisis económico

A continuación, se dan a conocer los gastos realizados para la implementación del proyecto, por temas de confidencialidad de la empresa solo se pueden mostrar los gastos realizados más no el detalle de los mismos.

Área Encargada	Concepto	Proveedor	CANT	Unidad	COSTO
Compras	Compra de tuberías	A	75	ML	S/54,025.42
Compras	Compra de tuberías	B	50	ML	S/36,016.95
Compras	Compra de tuberías	C	50	ML	S/34,110.17
Compras	Compra de accesorios	D	*	*	S/6,557.46
Compras	Compra de lana mineral de roca	E	9	FARDOS	S/3,800.00
Compras	Bombas hidráulicas	F	2	UND	S/16,150.00
Compras	Tanque Hidroneumático	G	1	UND	S/58,140.00
Mantenimiento	Instalación de tuberías y bombas	TECAVI	1	SERVICIO	S/15,000.00
				TOTAL	S/223,800.00

- El costo del tanque hidroneumático es a todo costo e incluye instalación.

El costo total por implementación del proyecto es de S/ 223,800.00

Teniendo en cuenta los datos de la tabla 33, el ahorro durante el segundo semestre por la implementación del proyecto fue de S/ 71,631; teniendo un promedio mensual de ahorro S/ 11,939; además considerando una tasa de interés del 10% del mercado, procedemos a calcular el VAN, TIR y tiempo de retorno de la inversión del proyecto por un periodo de 5 años, con el objetivo de calcular el beneficio económico y el retorno de la inversión del mismo.

VAN	S/ 290,568
TIR	57,5%
PAYBACK	1 AÑO y 288 DÍAS

En base a los datos mostrados, el proyecto fue rentable para la empresa.

4 DISCUSIÓN

- a) Para la buena selección y operación de los equipos de bombeo es necesario contar con los datos o características de instalación como son: planos, accesorios, tuberías, motores, etc., esto coincide con lo mencionado por Solano (2016, p.III), en su tesis: Diseño de un sistema de bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del cárcamo 2 al cárcamo 3 de la planta agrícola oriental; una buena toma de datos de los equipos, la identificación de los puntos de mejora y el análisis de los requerimientos técnicos de las máquinas, son puntos muy importantes para la eficiencia de todo buen proceso de producción; y esto se puede contrastar en el rediseño del sistema de abastecimiento de agua que se realizó en esta tesis para la mejora de la eficiencia de las incubadoras, donde gracias a que se reunieron las especificaciones de los parámetros de operación, los valor y las unidades de las incubadoras, se pudo determinar el flujo másico requerido por el sistema; con el objetivo de determinar las tuberías adecuadas, las bombas hidráulicas y el tanque hidroneumático.

- b) En la misma línea mencionada en la discusión anterior, de La Cruz (2013, p.2), en su tesis: Diseño de un sistema de bombeo para transporte de relave desde planta Concentradora hasta zona de disposición Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C., concluye que lo más importante para el diseño del sistema de bombeo es conocer las características del relave a bombear, así como la demanda o caudal a transportar, en lo que se coincide por haber realizado el mismo procedimiento en la presente investigación, ya que gracias al buen redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua pudimos obtener como resultado una disminución del porcentaje de descarte en un 30.1%.

5 CONCLUSIONES

- a. Con el rediseño de las tuberías, del tanque hidroneumático y de las bombas hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua se logró mejorar la eficiencia del proceso de incubación en un 30.1% y se genera un ahorro de S/ 64,794.
- b. Se logró proponer el tipo de tubería para la distribución de agua a las máquinas incubadoras siendo esta la tubería Tricapa cédula 40 para agua fría (color azul) y teniendo en cuenta cada requerimiento de los tramos listados en la tabla n°18. Con esto se garantiza una presión de trabajo constante de 3.07 Bar, la cual es necesaria según especificación del fabricante para un correcto funcionamiento de las incubadoras y nacedoras.
- c. Se logró mejorar el diseño actual del tanque hidroneumático, proponiendo la fabricación de uno tipo vertical de 4m³ ASTM A-53 grado A AL SI.
- d. Se logró realizar el cálculo y selección de las bombas hidráulicas, proponiendo una nueva para cada parte del sistema de abastecimiento en base a las especificaciones de la tabla n° 30.

6 RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda realizar un análisis del sistema de flujo de aire dentro de las incubadoras, en miras de mejorar aún más la eficiencia del proceso de incubación.

- b) Se recomienda elaborar planos eléctricos e hidráulicos del actual sistema de abastecimiento de agua.

- c) Se recomienda realizar la inversión de una nueva planta incubadora si se desea aumentar la capacidad de incubación.

7 REFERENCIAS

- ✓ El Sitio Avícola (2016): Crece el consumo de pollo en América 2016.
<http://www.elsitioavicola.com/articles/2871/tendencias-avacolas-mundiales-2016-crece-el-consumo-de-pollo-en-amarica/>
- ✓ El Sitio Avícola (2016): El sector avícola peruano clave en el desarrollo del país.
<http://www.elsitioavicola.com/articles/2920/el-sector-avacola-peruano-clave-en-el-desarrollo-del-paas/>
- ✓ Solano (2016): Diseño de un sistema de bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del cárcamo 2 al cárcamo 3 de la planta agrícola oriental D.F., Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. Pág. III, 152.
- ✓ De La Cruz (2013): Diseño de un sistema de bombeo para transporte de relave desde planta Concentradora hasta zona de disposición Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C., Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Pag. 2, 189.
- ✓ Mott, Robert. (2006). Mecánica de Fluidos. Editorial Pearson Educación. Sexta Edición. México. Págs. 158-161, 281-305.
- ✓ Perry, Robert. (2001). Manual del Ingeniero Químico. Editorial McGraw-Hill. Sexta Edición.
- ✓ Wilson D, Jerry. (2003). Física. Editorial Pearson. Quinta Edición. México
- ✓ Open Course Ware: Cursos Online de Manejo de Incubación:
http://ocw.upm.es/produccion-animal/produccion-avicola/contenidos/TEMA_7._INCUBACION/7-2-manejo-del-huevo-en-la-incubadora/view
- ✓ Página Web Hatch Tech:
https://hatchtech.magzmaker.com/march_2016_es/hatchtech_exclusive
- ✓ AED Design Requirements: Hydropneumatic Tanks
http://www.tad.usace.army.mil/Portals/53/docs/TAA/AEDDesignRequirements/AED%20Design%20Requirements%20-%20Hydropneumatic%20Tanks_Sep-09.pdf

- ✓ How To Size A Hydropneumatic Tank in A Pressure Booster System
<http://jmpcoblog.com/hvac-blog/how-to-size-a-hydropneumatic-tank-in-a-pressure-booster-system>
- ✓ Cálculo online VAN y TIR
<http://www.vantir.com/>
- ✓ Cálculo online PAYBACK
<http://www.vantir.com/Payback.aspx>

ANEXOS

A.1. Ficha técnica de máquina Incubadora HachTech

Las dimensiones (externo)

La altura	2800 mm	110,24 pulgada
La anchura	5400 mm	212,60 pulgada
La profundidad	3480 mm	137,01 pulgada
El espacio mínimo delante de la máquina	2500 mm	98,43 pulgada
El espacio mínimo encima de la máquina	500 mm	19,69 pulgada

setter trolley

La cantidad de setter tranvías	12	12
Engastador Bandejas	960	960
El tranvía de las dimensiones LxWxH	1669x685x2100 mm	65,7x27x82,7 pulgada
La bandeja de setter de dimensiones LxWxH	306x626x35 mm	12,1x24,7x1,4 pulgada

Refrescando

El suministro de agua	50,8 mm	2 pulgada
La descarga de agua	50,8 mm	2 pulgada
La temperatura el agua refrescante (el máximo)	18 °C	64,4 °F
La presión hidráulica mínima	2 barra	29 psi

La Capacidad de Ø por el temp de la entrada >36°C/96,8°F	9,6 kWh	32764,8 Btu
--	---------	-------------

la Capacidad del máximo en día 18	19,2 kWh	65529,6 Btu
-----------------------------------	----------	-------------

Calentando

El suministro de agua	50,8 mm	2 pulgada
La descarga de agua	50,8 mm	2 pulgada
El min de agua de temperatura	50 °C	122 °F
La presión hidráulica mínima	2 barra	29 psi
El promedio de capacidad	2 kWh	6826 Btu
El 4 horas	10 kWh calentando	34130 Btu

Rocío el humedecedor

El suministro de agua (por el sistema refrescante principal)	50,8 mm	2 pulgada
La presión hidráulica	1 barra	15 psi
Riego el consumption(average)	0,004 l/min	0,063 gph
El suministro aéreo	6,35 mm	1/4 pulgada
La presión atmosférica	2 barra	29 psi
El consumption(average aéreo)	6,38 l/min	0,226 cfm

Eléctrico

Voltaje 3 ~ 400 V 3 ~ 208 V		
La frecuencia 50 HZ 60 HZ		
El poder absorbido 6 kW 7 kW		
El ventilación		
La sección en - la toma de corriente	76,2 mm	3 pulgada
La capacidad el movimiento aéreo (el máximo)	370 m3/h	218 cfm
La temperatura	20-25 °C	68-77 °F
La humedad	< 50%	< 50%

Fuente: Máquina Incubadora HachTech Técnica Avícola, 2018.

A.2. Propiedades termofísicas del agua

Temperatur °C	Densidad ρ (Kg/m ³)	Calor especifico c_p J/Kg°C	Conductiv. térmica "k" W/m°C	Dif. térmica $\alpha \cdot 10^6$ (m ² /seg)	Visc. dinám. $\eta \cdot 10^6$ N.seg/m ²	Visc. cinem. $\nu \cdot 10^6$ (m ² /seg)	Nº de Prandt Pr	$\frac{g \beta}{\nu^2} \cdot 10^{-9}$
0	999.9	4226	0.558	0.131	1794	1.789	13.7	
20	998.2	4182	0.597	0.143	1004	1.006	7.02	2.035
40	992.3	4178	0.633	0.151	653.0	0.658	4.34	8.833
60	983.2	4181	0.658	0.155	470.0	0.478	3.02	22.75
80	971.8	4194	0.673	0.165	353.7	0.364	2.22	46.68
100	958.4	4211	0.682	0.169	281.0	0.294	1.75	85.09
120	943.1	4245	0.685	0.171	233.0	0.247	1.45	
140	926.1	4279	0.687	0.172	198.2	0.214	1.24	
160	907.6	4338	0.682	0.173	171.5	0.189	1.10	
180	887.0	4413	0.678	0.172	153.5	0.173	1.00	
200	864.8	4501	0.665	0.170	129.0	0.160	0.94	517.2
220	840.5	4606	0.656	0.168	126.0	0.150	0.89	
240	812.2	4752	0.639	0.164	116.0	0.143	0.87	
260	784.0	4944	0.614	0.157	107.5	0.137	0.87	
280	750.8	5204	0.583	0.150	101.4	0.135	0.92	
300	712.5	6594	0.543	0.132	94.1	0.132	1.02	1766

A.3. Velocidades recomendadas de los fluidos industriales

SERVICIO	VELOCIDAD DEL FLUIDO	
	ft/min	m/s
Tubos de caldera y turbina	6000 -12000	30.5 - 60.9
Colectores de vapor	6000 - 8000	30.5 - 40.6
Líneas ramales de vapor	6000 -15000	30,5 - 76.2
Líneas de alimentación de agua	250 - 850	1.3 - 4.3
Líneas de salida de vapor y de baja presión	6000 -15000	30,5 - 76.2
Líneas de succión de bombas	100 - 300	0.51 - 1.52
Líneas de purga de vapor	4000 - 6000	20.3 - 30.5
Líneas principales de servicio de agua	120 - 3000	0.61 - 1.52
Líneas de vapor flash en calentadores	10-120	0.05 – 0.60
Líneas de vapor de vacío	20000 - 40000	101.6 - 203.2
Líneas de petróleo crudo	50 - 350	0.25 - 1.78
Líneas de aire comprimido	1500 - 2000	7.5 -10.2
Tubos de vapor recalentado	2000 - 5000	10.2 - 25.4
Tubos economizadores (agua)	12 - 20	0.06 – 0.1
Tubos economizadores (gases de chimenea)	6000 - 10000	30.5 – 50.8

A.4. Dimensiones de las tuberías Tricapa SCH 40

CALIBRES TRICAPA SCH 40					
Diámetro Nominal pulg.	Diámetro Exterior (D) mm.	Espesor Nominal mm(e).	Peso Teórico Kg/m.	Presión de Prueba Kg/cm ²	
				Grado A	Grado B
1/8	10,3	1,73	0,37	49,2	49,2
1/4	13,7	2,24	0,63	49,2	49,2
3/8	17,1	2,31	0,84	49,2	49,2
1/2	21,3	2,77	1,27	49,2	49,2
3/4	26,7	2,87	1,69	49,2	49,2
1	33,4	3,38	2,5	49,2	49,2
1 1/4	42,2	3,56	3,39	84,4	91,4
1 1/2	48,3	3,68	4,05	84,4	91,4
2	60,3	3,91	5,44	161,7	175,8
2 1/2	73	5,16	8,63	175,8	175,8
3	88,9	5,49	11,29	156,1	175,8
4	114,3	6,02	16,07	133,6	155,4
6	168,3	7,11	28,26	106,9	125,1

A.5. Propiedades generales del material PVC

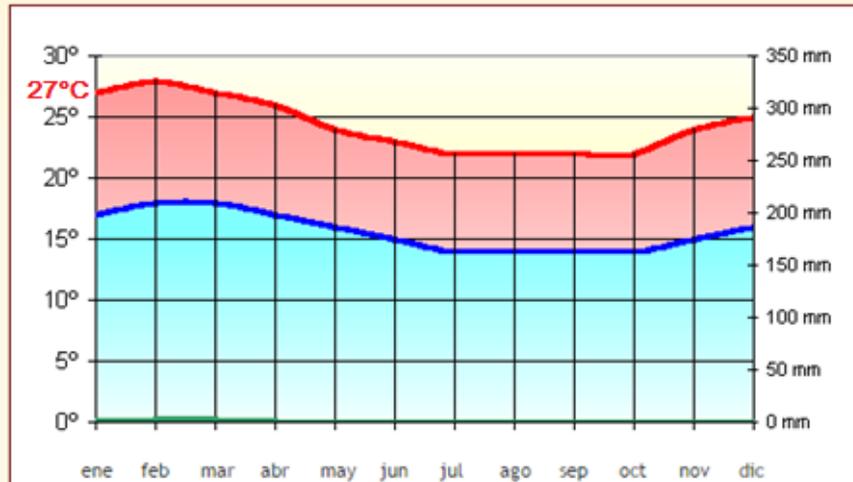
aislamiento térmico		
Transmitancia térmica		Conductividad térmica
material	U (W/m ² . K)	λ (W/m . K)
PVC	(1,80 - 2,20)	0,17
Madera	(2,00 - 2,20)	0,13
Aluminio RPT	(3,20 - 4,00)	203,00
Aluminio	5,87	203,00

] el PVC aísla
1.100 veces más

Fuente: Código Técnico de la Edificación

A.6. Variación de la temperatura media o promedio en la ciudad de Pacasmayo

ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
27°	28°	27°	26°	24°	23°	22°	22°	22°	22°	24°	25°
17°	18°	18°	17°	16°	15°	14°	14°	14°	14°	15°	16°
2	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0

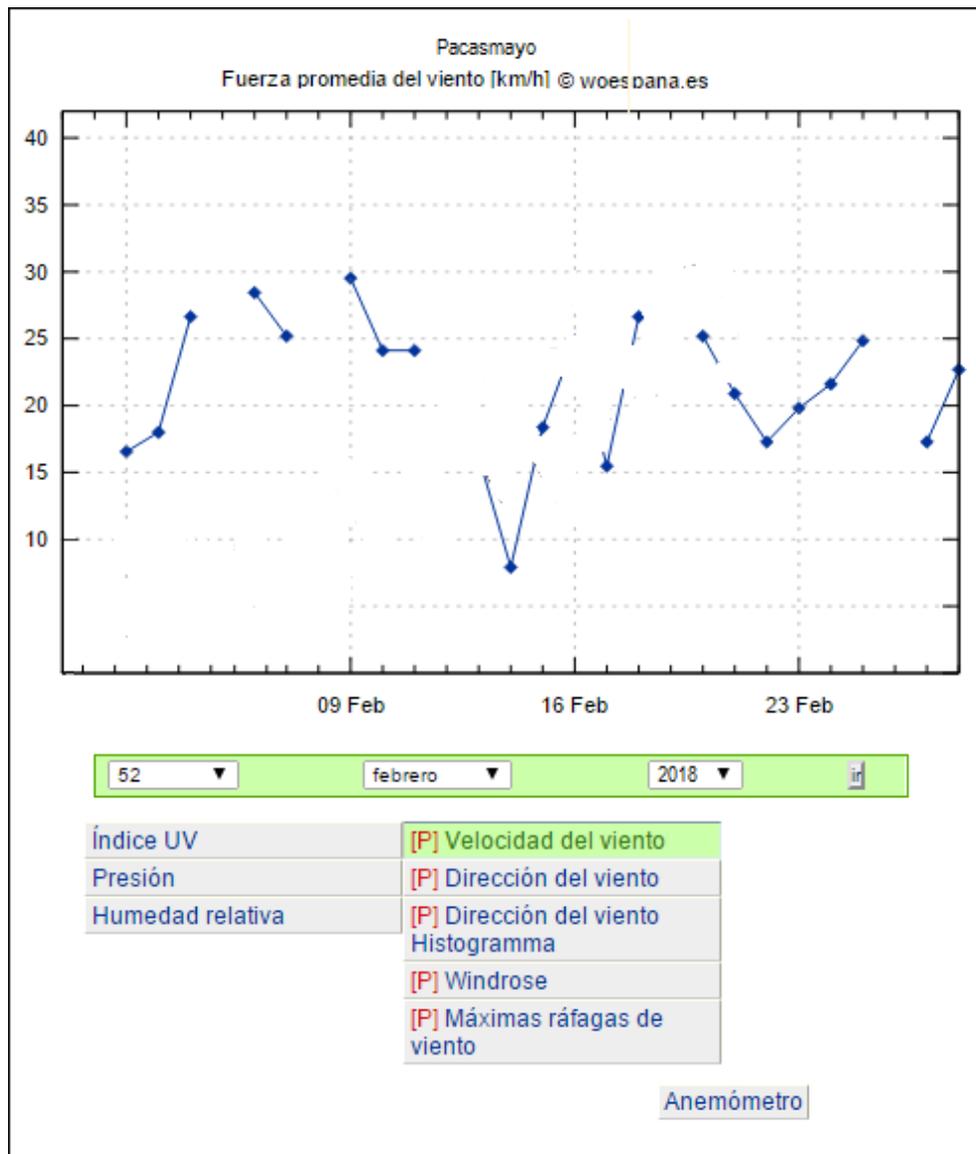


Temperatura > máxima (en °C)

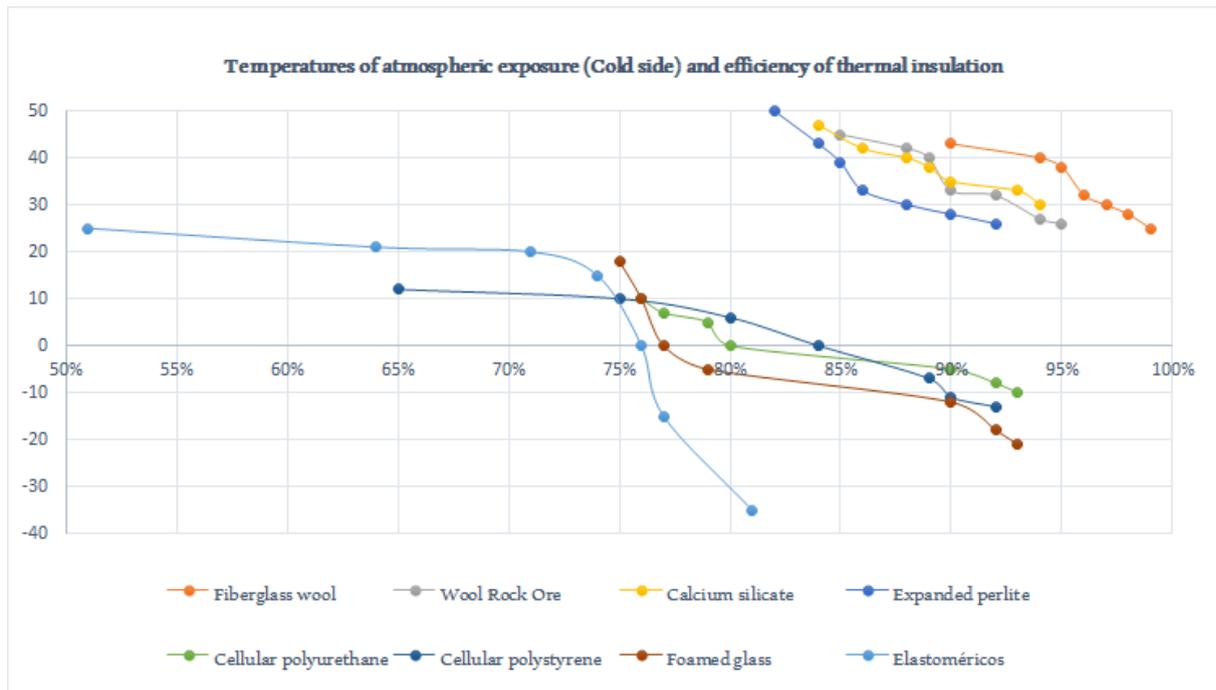
Temperatura mínima (en °C)

Precipitación > mensuales (en mm)

A.7. Velocidad del viento en la ciudad de Pacasmayo



A.8. Rendimientos térmicos de los principales aislantes térmicos



A.9. Ficha técnica del aislante térmico



Jr. Chávez Tueros 1296, Chacra Ríos Sur, Lima1
 Telef. 425-9520 / 425-8130 - Telefax: 425-8281
 Nextel: 829*7173 / Rpm: #548597
 www.gerdipac.com.pe / gerdipac.com.pe

CATALOGO DE PRODUCTOS AISLANTES

Lana Mineral de Roca

Rockwool Board

Los paneles de lana mineral de roca son considerados como el material mas ligero y más económico de los materiales aislantes para uso comercial e industrial. Es útil para aislamiento térmico y acústico y para protección contra fuego en fabricas, plantas de fuerza, calderos, almacenamientos fríos y calientes,



Description	Specification
Densidad	40,60,80,10,150 kg/m ³
Espesor	30,50,80,100 mm
Dimensiones(LxA)	1200 x 600 mm
Conductividad Térmica	0.035w/mk a 70 °C
Protección contra fuego	No combustible, grado A
Resistencia a la Temp.	450 °C
Prueba contra humed.	<95%

Rockwool Pipe



Las cañuelas preformadas de lana mineral de roca son un material económico y ligero, se utilizan para aislamiento térmico y acústico y para protección al fuego en plantas de fuerza, dispositivos de combustible, fábricas, sistemas de aire acondicionado

Description	Specification
Densidad	32,40,48,64 kg/m ³
Espesor	25,30,50 mm
Longitud	1000 mm
Diámetro interno	De 18mm a 4500mm
Conductividad térmica	0.35w/mk a 70 °C
Protección contra fuego	No combustible, gradoA
Resistencia a la Temp.	600 °C
Prueba contra humed.	<95%

Rockwool Blanket

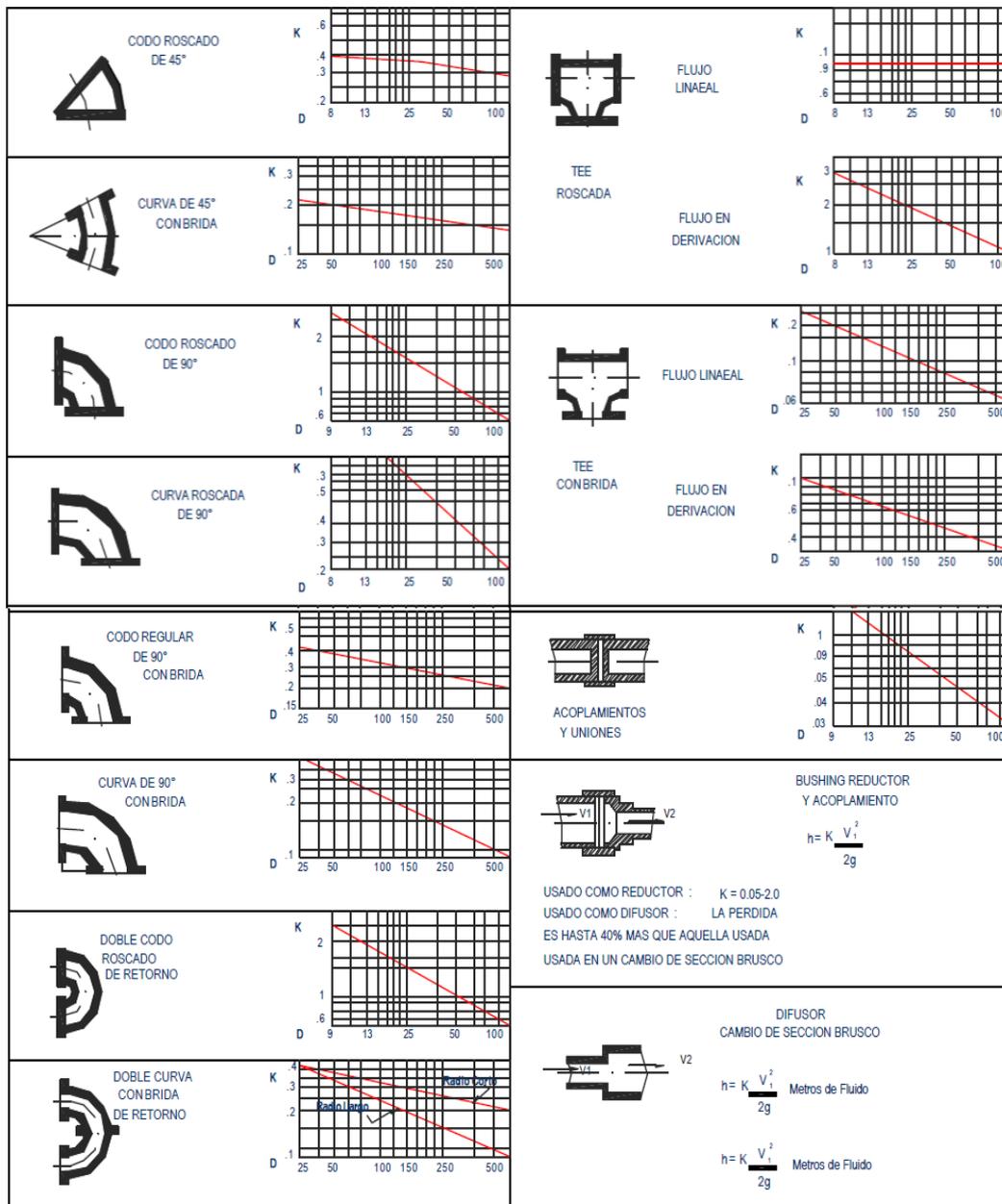
La manta flexible de lana mineral de roca es un material suave y de fácil instalación. Se usa para la protección contra fuego y aislamiento térmico y acústico en depósitos de combustible de grandes dimensiones, calderos, techos, etc. Puede venir con o sin refuerzo de malla metálica galvanizada.



Description	Specification
Densidad	60,80,100,120 kg/m ³
Espesor	40,50,60,70,80,100 mm
Dimensiones(LxA)	5000*600,5000*910 mm
Conductividad Térmica	0.035w/mk a 70 °C
Protección contra fuego	No combustible, grado A
Resistencia a la Temp.	600 °C
Prueba contra humed.	<95%

A.10. Coeficiente de pérdidas para accesorios

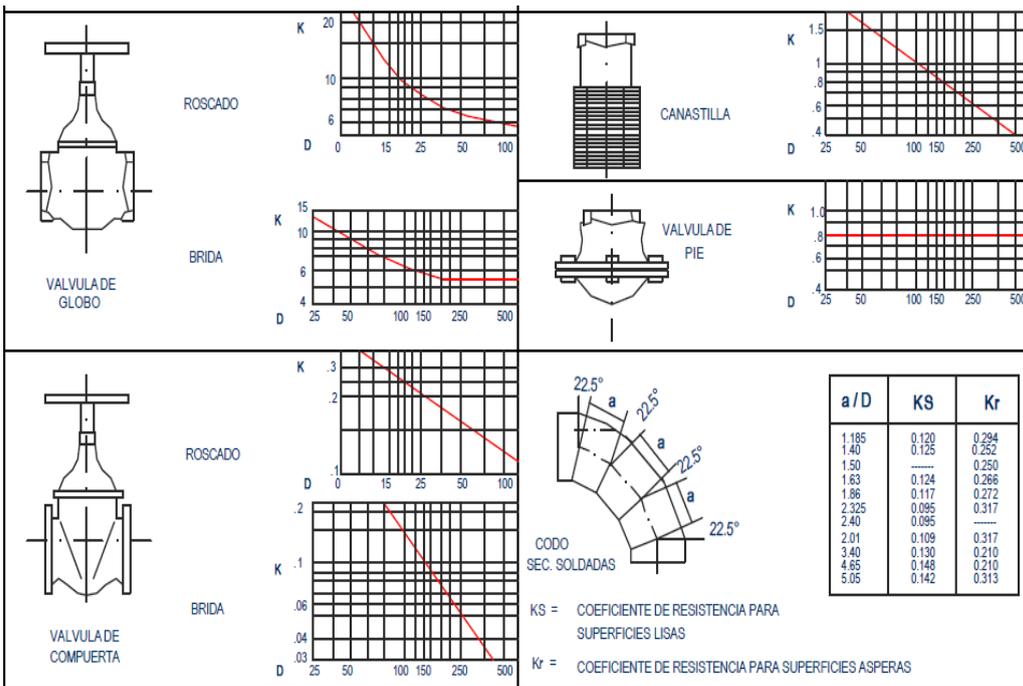
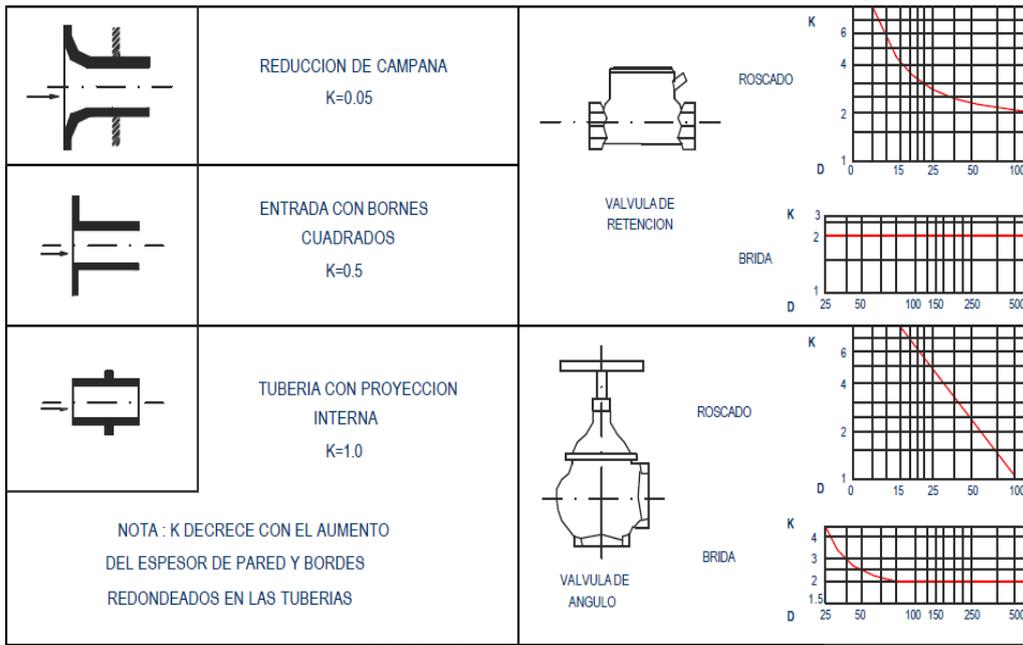
COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA VALVULAS Y UNIONES



D = mm.

$$h = K \frac{V^2}{2g} \text{ Metros de Fluido}$$

COEFICIENTES DE RESISTENCIA PARA VALVULAS Y UNIONES



D = mm.

$$h = K \frac{V^2}{2g} \text{ Metros de Fluido}$$

A.11. Coeficientes de rugosidad absoluta para diferentes materiales:

Material	Rugosidad absoluta ϵ (mm)
Acero bridado	0.9-9
Acero comercial	0.046
Acero galvanizado	0.15
Concreto	0.3-3
Concreto bituminoso	0.25
CCP	0.12
Hierro forjado	0.06
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil ⁽¹⁾	0.25
Hierro galvanizado	0.15
Hierro dulce asfaltado	0.12
GRP	0.030
Polietileno	0.007
PVC	0.0015

A.12. Tabla de propiedades termodinámicas del vapor de agua

Pres. kPa P	Temp. sat. °C T _{sat}	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg			Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/(kg · K)		
		Líquido sat.	Vapor sat.	Líquido sat.	Evap.	Vapor sat.	Líquido sat.	Evap.	Vapor sat.	Líquido sat.	Evap.	Vapor sat.
		v _f	v _g	u _f	u _{fg}	u _g	h _f	h _{fg}	h _g	s _f	s _{fg}	s _g
0.6113	0.01	0.001000	206.14	0.00	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.0000	9.1562	9.1562
1.0	6.98	0.001000	129.21	29.30	2355.7	2385.0	29.30	2484.9	2514.2	0.1059	8.8697	8.9756
1.5	13.03	0.001001	87.98	54.71	2338.6	2393.3	54.71	2470.6	2525.3	0.1957	8.6322	8.8279
2.0	17.50	0.001001	67.00	73.48	2326.0	2399.5	73.48	2460.0	2533.5	0.2607	8.4629	8.7237
2.5	21.08	0.001002	54.25	88.48	2315.9	2404.4	88.49	2451.6	2540.0	0.3120	8.3311	8.6432
3.0	24.08	0.001003	45.67	101.04	2307.5	2408.5	101.05	2444.5	2545.5	0.3545	8.2231	8.5776
4.0	28.96	0.001004	34.80	121.45	2293.7	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.0520	8.4746
5.0	32.88	0.001005	28.19	137.81	2282.7	2420.5	137.82	2423.7	2561.5	0.4764	7.9187	8.3951
7.5	40.29	0.001008	19.24	168.78	2261.7	2430.5	168.79	2406.0	2574.8	0.5764	7.6750	8.2515
10	45.81	0.001010	14.67	191.82	2246.1	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	7.5009	8.1502
15	53.97	0.001014	10.02	225.92	2222.8	2448.7	225.94	2373.1	2599.1	0.7549	7.2536	8.0085
20	60.06	0.001017	7.649	251.38	2205.4	2456.7	251.40	2358.3	2609.7	0.8320	7.0766	7.9085
25	64.97	0.001020	6.204	271.90	2191.2	2463.1	271.93	2346.3	2618.2	0.8931	6.9383	7.8314
30	69.10	0.001022	5.229	289.20	2179.2	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	6.8247	7.7686
40	75.87	0.001027	3.993	317.53	2159.5	2477.0	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	6.6441	7.6700
50	81.33	0.001030	3.240	340.44	2143.4	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	6.5029	7.5939
75	91.78	0.001037	2.217	384.31	2112.4	2496.7	384.39	2278.6	2663.0	1.2130	6.2434	7.4564
Pres. MPa												
0.100	99.63	0.001043	1.6940	417.36	2088.7	2506.1	417.46	2258.0	2675.5	1.3026	6.0568	7.3594
0.125	105.99	0.001048	1.3749	444.19	2069.3	2513.5	444.32	2241.0	2685.4	1.3740	5.9104	7.2844
0.150	111.37	0.001053	1.1593	466.94	2052.7	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	5.7897	7.2233
0.175	116.06	0.001057	1.0036	486.80	2038.1	2524.9	486.99	2213.6	2700.6	1.4849	5.6868	7.1717
0.200	120.23	0.001061	0.8857	504.49	2025.0	2529.5	504.70	2201.9	2706.7	1.5301	5.5970	7.1271
0.225	124.00	0.001064	0.7933	520.47	2013.1	2533.6	520.72	2191.3	2712.1	1.5706	5.5173	7.0878
0.250	127.44	0.001067	0.7187	535.10	2002.1	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	5.4455	7.0527
0.275	130.60	0.001070	0.6573	548.59	1991.9	2540.5	548.89	2172.4	2721.3	1.6408	5.3801	7.0209
0.300	133.55	0.001073	0.6058	561.15	1982.4	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	5.3201	6.9919
0.325	136.30	0.001076	0.5620	572.90	1973.5	2546.4	573.25	2155.8	2729.0	1.7006	5.2646	6.9652
0.350	138.88	0.001079	0.5243	583.95	1965.0	2548.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	5.2130	6.9405
0.375	141.32	0.001081	0.4914	594.40	1956.9	2551.3	594.81	2140.8	2735.6	1.7528	5.1647	6.9175
0.40	143.63	0.001084	0.4625	604.31	1949.3	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	5.1193	6.8959
0.45	147.93	0.001088	0.4140	622.77	1934.9	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	5.0359	6.8565
0.50	151.86	0.001093	0.3749	639.68	1921.6	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	4.9606	6.8213
0.55	155.48	0.001097	0.3427	655.32	1909.2	2564.5	665.93	2097.0	2753.0	1.8973	4.8920	6.7893
0.60	158.85	0.001101	0.3157	669.90	1897.5	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.9312	4.8288	6.7600
0.65	162.01	0.001104	0.2927	683.56	1886.5	2570.1	684.28	2076.0	2760.3	1.9627	4.7703	6.7331
0.70	164.97	0.001108	0.2729	696.44	1876.1	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.9922	4.7158	6.7080
0.75	167.78	0.001112	0.2556	708.64	1866.1	2574.7	709.47	2057.0	2766.4	2.0200	4.6647	6.6847
0.80	170.43	0.001115	0.2404	720.22	1856.6	2576.8	721.11	2048.0	2769.1	2.0462	4.6166	6.6628
0.85	172.96	0.001118	0.2270	731.27	1847.4	2578.7	732.22	2039.4	2771.6	2.0710	4.5711	6.6421
0.90	175.38	0.001121	0.2150	741.83	1838.6	2580.5	742.83	2031.1	2773.9	2.0946	4.5280	6.6226
0.95	177.69	0.001124	0.2042	751.95	1830.2	2582.1	753.02	2023.1	2776.1	2.1172	4.4869	6.6041
1.00	179.91	0.001127	0.1944	761.68	1822.0	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.1387	4.4478	6.5865
1.10	184.09	0.001133	0.1775	780.09	1806.3	2586.4	781.34	2000.4	2781.7	2.1792	4.3744	6.5536
1.20	187.99	0.001139	0.1633	797.29	1791.5	2588.8	798.65	1986.2	2784.8	2.2166	4.3067	6.5233
1.30	191.64	0.001144	0.1512	813.44	1777.5	2591.0	814.93	1972.7	2787.6	2.2515	4.2438	6.4953

A.13. Catalogo DELCROSA de motores eléctricos trifásicos:

**MOTORES ELÉCTRICOS
TRIFÁSICOS
USO INDUSTRIAL
DE PROPÓSITO GENERAL**



Más de **55 Años**
Transformando Energía, Construyendo Futuro

DELCROSA 
ENERGÍA PARA EL PERÚ

MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS IP55 USO GENERAL

CARACTERÍSTICAS

- Motor trifásico, asíncrono de inducción, rotor con jaula de ardilla.
- Carcasas: 71 a 355 (IEC 60072-1).
- Dimensiones: de acuerdo a IEC 60072-1.
- Totalmente cerrados, ventilación exterior (TCVE).
- Potencias: 1/11 a 1000 HP.
- Frecuencias: 50 y/o 60 Hz.
- Tensiones: 220/380/440.
Grado de protección: IP55
- Polaridad: 2, 4, 6 o 8 polos.
- Clase de aislamiento: F (155°).
- Categoría: N.

APLICACIONES

Resistentes, compactos y versátiles, los motores eléctricos **DELGROSA - VOGES** atienden los padrones más exigentes de calidad y una gran variedad de aplicaciones, tales como:

- Máquinas operacionales (operaciones en tornos, rectificación, mecanización, agujerado, taladros, máquinas de aplanar, etc.).
- Máquinas - herramientas.
- Equipamientos para agricultura.
- Industria: industrias químicas y de petróleo, extracción mineral y vegetal, textiles y celulosas, industria alimenticia y de madera, siderúrgicas, de caña de azúcar y alcohol y la industria mecánica en general, entre otros.

MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS DE DOS VELOCIDADES

CARACTERÍSTICAS

- Motor trifásico, asíncrono de inducción, rotor con jaula de ardilla.
- Carcasas: 31 a 355 (IEC 60072-1).
- Dimensiones: de acuerdo a IEC 60072-1.
- Totalmente cerrados, ventilación exterior (TCVE).
- Potencias: 1/12 a 210 HP.
- Frecuencias: 50 y/o 60 Hz.
- Tensiones: 220/380 o 440V.
- Grado de protección: IP55
- Polaridad: 2/4, 4/8, 4/6 o 6/8 polos.
- Clase de aislamiento: F.
- Rodamiento de bolas.

APLICACIONES

Resistentes, compactos y versátiles, los motores eléctricos **DELGROSA - VOGES** atienden los padrones más exigentes de calidad y una gran variedad de aplicaciones, tales como:

- Máquinas operacionales (operaciones en tornos, rectificación, mecanización, agujerado, taladros, máquinas de aplanar, etc.), puentes grúas, transportadores o alimentadores, sistemas de ventilación, mezcladoras de cemento y máquinas centrífugas.
- Industria: marina, alimenticia y de madera, siderúrgica y máquinas mecánicas en general.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

CARCASAS.- Del tamaño 71 al 400 inclusive, son de fundición de hierro gris, de construcción sólida y robusta. A fin de facilitar su manipuleo e instalación los motores construidos a partir del tamaño de carcasa 112 y hasta el 355 inclusive se proveen con cáncamo de izaje.

TAPA PORTACOJINETES.- Son fabricadas en fundición de hierro gris. La fijación de las tapas en las carcasas de 71 a 100 inclusive se efectúa mediante tillas (Tirandentes) y para los tamaños 112 a 400 con tornillos. Todos los componentes del motor de fundición de hierro son sometidos a un tratamiento térmico y se les proporciona una base de pintura alquídica (por inmersión), que asegura una gran resistencia a la corrosión.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.- El sistema de ventilación es proyectado para obtener una refrigeración máxima con mínimos niveles de ruido.

Los ventiladores son de Nylon (carcasas de 71 a 160) y de tamaño mayores, de hierro fundido, fijados en la punta opuesta del eje.

La tapa del ventilador es de acero estampado SAE 1010, hierro fundido con parrilla de acero SAE 1010 (carcasas de 280 a 400).

PROTECCIÓN MECÁNICA.- Los motores eléctricos **DELGROSA - VOGES** son fabricados con un grado de protección mecánica IP 55 de acuerdo a lo establecido en las normas IEC 60529 y IEC 60034-5.

Son protegidos contra la penetración de polvo (sin depósitos nocivos) y chorros de agua a presión en todas las direcciones.

Para ello poseen juntas de goma sintéticas entre la carcasa y la caja de bornes y a su vez entre la tapa y la caja de bornes. La protección entre las salidas del eje y las tapas portacojinetes

se lleva a cabo por medio de anillos V-Ring de goma sintética, para las carcasas del tamaño 71 a 400 inclusive.

TERMINALES PARA CONEXIÓN PUESTA A TIERRA.- Los terminales puestos a tierra están contruidos de latón, garantizando de esta forma una correcta conducción.

Los motores construidos en los tamaños de carcasa 71 al 160 inclusive poseen un terminal en el interior de la caja de bornes y para las carcasas 180 a 400 inclusive, además del terminal interno en la caja de bornes se coloca un terminal para la puesta a tierra en la pata o en la brida del motor (de acuerdo a la forma constructiva del motor).

NÚCLEO MAGNÉTICO Y BOBINADO.- El núcleo magnético está contruido con chapas de acero de bajo tenor de carbono (con tratamiento térmico) o por chapas de hierro silicio, garantizando bajas pérdidas y gran permeabilidad magnética.

Los materiales aislantes y los cables utilizados en el bobinado se encuentran dentro de las aislaciones clase "F" (155°C), de acuerdo a lo establecido por la norma IEC 60085.

Los estatores bobinados son impregnados doblemente en barniz aislante de la clase "H", siendo polimerizados en equipamientos adecuados, otorgando a los arrollamientos gran resistencia mecánica, alta rigidez dieléctrica, protección a la abrasión, mejor transmisión de calor, resistencia a las vibraciones y cambios de temperatura.

CAJA DE CONTACTO.- Construida en hierro fundido con roscas que permiten la conexión de prensa de cables, gira a 90° eléctricos separados, lo que posibilita el ajuste a todos los tipos de montaje y también la conexión del motor a la fuente de energía.

La localización normal de la caja de derivación es a la

Potencia (HP)	Carcasa (kW)	Velocidad (rpm)	Intensidad Nominal				Torque			Rendimiento			Factor de Potencia			Factor de Servicio	GD ² Del Rotor (Kgm ²)	Peso (Kg)	
			220 V		380 V		Cn (Kgm)	Cp/Cn (%)	Cmáx/Cn (%)	η%			cos φ						
			In (A)	Ia (A)	In (A)	Ia (A)				50%	75%	100%	50%	75%	100%				
2 POLOS - 60 Hz																			
1/6	0,12	56a	3370	0,75	2,9	0,43	1,7	0,036	310	240	44,0	53,0	58,0	0,57	0,67	0,74	1,15	0,0007	3,3
1/4	0,18	56b	3345	1,06	4,5	0,61	2,6	0,053	280	280	45,0	55,0	60,0	0,59	0,69	0,76	1,15	0,0007	3,4
1/3	0,25	63a	3360	1,14	5,3	0,66	3,1	0,07	270	245	62,0	69,0	71,0	0,57	0,71	0,80	1,15	0,0014	4,9
1/2	0,37	63b	3370	1,62	7,7	0,93	4,4	0,106	295	260	68,0	72,5	73,0	0,63	0,75	0,82	1,15	0,0014	4,9
3/4	0,55	71a	3410	2,31	12,2	1,33	7,0	0,16	270	250	64,0	73,0	75,0	0,62	0,75	0,84	1,15	0,0022	9,0
1	0,75	71b	3410	2,96	18,3	1,71	10,6	0,21	280	270	68,0	76,0	77,0	0,66	0,79	0,85	1,15	0,0025	10,0
1,5	1,1	80a	3430	4,33	28,2	2,50	16,3	0,31	280	270	73,0	78,0	78,5	0,67	0,79	0,86	1,15	0,0048	13,5
2	1,5	80b	3425	5,43	36,0	3,14	20,8	0,42	300	280	78,0	80,5	81,0	0,73	0,84	0,88	1,15	0,0056	15,0
3	2,2	90S	3480	8,29	62,4	4,79	36,0	0,62	310	300	75,0	79,5	81,5	0,68	0,80	0,86	1,15	0,0100	20,0
4	3	90L	3470	10,8	88,3	6,23	51,0	0,83	335	310	78,0	81,5	82,5	0,71	0,82	0,87	1,15	0,0120	23,5
5	3,7	100L	3470	13,0	104	7,52	60,0	1,03	300	300	81,5	84,0	84,5	0,75	0,84	0,88	1,15	0,0170	29,0
6	4,5	112Ma	3500	15,3	133	8,82	76,5	1,23	300	310	83,0	85,0	85,5	0,75	0,85	0,89	1,15	0,0320	40,0
7,5	5,5	112M	3500	19,4	142	11,7	82,2	1,53	310	320	84,0	86,5	86,5	0,74	0,83	0,87	1,15	0,0322	41,0
10	7,5	132S	3520	25,4	187	14,7	108	2,1	310	300	83,0	86,5	87,5	0,78	0,85	0,87	1,15	0,0640	54,0
12,5	9,2	132Ma	3500	31,0	243	17,3	140	2,6	300	270	83,0	87,0	88,0	0,80	0,87	0,89	1,15	0,0750	61,0
15	11	132M	3515	36,5	310	21,1	179	3	340	300	85,0	89,0	89,5	0,80	0,87	0,89	1,15	0,0836	70,0
20	15	160Ma	3550	48,9	400	28,2	231	4,1	320	300	85,5	88,0	89,0	0,84	0,88	0,89	1,15	0,1750	93,0
25	18,5	160M	3540	58,8	516	34,0	298	5	300	280	86,0	88,5	89,5	0,88	0,91	0,92	1,15	0,2360	107
30	22	160L	3540	68,7	587	39,7	339	6,1	310	300	87,0	89,0	89,5	0,90	0,91	0,92	1,15	0,3100	125
40	30	200M	3550	95,7	658	55,2	380	8,1	330	310	88,0	90,0	90,2	0,85	0,88	0,89	1,15	0,6500	208
50	37	200L	3550	117,6	856	67,9	494	10,1	340	315	89,0	90,8	91,5	0,86	0,89	0,90	1,15	0,7200	247
60	45	225S/M	3545	136,6	1140	78,8	658	12,1	280	240	87,0	91,2	92,5	0,84	0,87	0,88	1,0	1,060	270
75	55	225S/M	3545	173,9	1438	100,4	830	15,2	320	305	88,0	91,8	92,8	0,86	0,89	0,90	1,0	1,300	314
100	75	250S/M	3550	232,8	1625	134,4	938	20	205	270	90,4	92,5	93,5	0,86	0,88	0,89	1,0	1,950	420
125	90	280S/M	3550	290,3	2026	167,6	1170	25	220	270	90,5	93,0	93,7	0,82	0,87	0,89	1,0	2,800	540
150	110	280S/M	3550	347,3	2425	200,5	1400	30	200	230	90,7	93,3	94,0	0,83	0,87	0,89	1,0	3,400	576
175	132	315S/M	3570	405,1	3031	233,9	1750	35	210	240	91,7	93,5	94,0	0,84	0,88	0,89	1,0	5,100	703
200	150	315S/M	3570	456,9	3327	263,8	1921	40	205	230	92,0	93,5	94,2	0,86	0,89	0,90	1,0	6,100	800
250	185	315S/M	3570	576,9	4027	333,1	2325	50	210	230	92,4	93,7	94,3	0,85	0,88	0,89	1,0	7,100	900
300	220	355M/L	3575	694,5	5194	401,0	2999	60	205	220	91,0	93,3	94,0	0,86	0,88	0,89	1,0	7,500	1270
350	225	355M/L	3575	800,4	6386	462,2	3687	70	200	210	91,5	93,5	94,1	0,88	0,90	0,90	1,0	8,500	1390
400	295	355M/L	3580	912,9	7739	527,1	4468	80	210	220	91,5	93,5	94,3	0,89	0,90	0,90	1,0	10,000	1460
450	330	355M/L	3580	1022	8688	590	5016	90	220	230	92,0	94,0	94,5	0,89	0,90	0,90	1,0	11,000	1500

Potencia (HP)	Carcasa (kW)	Velocidad (rpm)	Intensidad Nominal				Torque			Rendimiento			Factor de Potencia			Factor de Servicio	GD ² Del Rotor (Kgm ²)	Peso (Kg)	
			220 V		380 V		Cn (Kgm)	Cp/Cn (%)	Cmáx/Cn (%)	η%			cos φ						
			In (A)	Ia (A)	In (A)	Ia (A)				50%	75%	100%	50%	75%	100%				
4 POLOS - 60 Hz																			
1/8	0,09	56a	1710	0,91	2,77	0,53	1,60	0,05	300	330	36,0	44,5	50,0	0,42	0,48	0,53	1,15	0,0007	3,3
1/6	0,12	56b	1680	1,07	3,12	0,62	1,80	0,07	285	235	39,0	47,0	52,0	0,44	0,52	0,58	1,15	0,0007	3,3
1/4	0,18	63a	1695	1,11	4,50	0,64	2,60	0,1	245	260	53,0	60,0	64,0	0,47	0,59	0,68	1,15	0,0014	4,8
1/3	0,25	63b	1680	1,44	6,24	0,83	3,60	0,15	300	285	53,0	61,0	65,0	0,47	0,59	0,69	1,15	0,0014	4,8
1/2	0,37	71a	1700	1,92	9,53	1,11	5,50	0,21	225	245	62,0	68,5	71,0	0,49	0,61	0,71	1,15	0,0041	9,6
3/4	0,55	71b	1680	2,88	13,9	1,66	8,00	0,32	265	265	68,0	71,5	72,0	0,50	0,62	0,70	1,15	0,0041	9,6
1	0,75	80a	1730	2,96	19,1	1,71	11,0	0,42	210	270	74,0	77,5	78,0	0,65	0,77	0,84	1,15	0,0087	14,0
1,5	1,1	80b	1700	4,33	30,1	2,50	17,4	0,63	210	240	75,0	78,5	79,0	0,66	0,78	0,85	1,15	0,0094	14,7
2	1,5	90S	1730	5,94	40,0	3,43	23,1	0,83	220	260	79,0	81,0	81,5	0,60	0,73	0,80	1,15	0,0180	19,8
3	2,2	90L	1720	8,43	65,0	4,87	37,5	1,3	290	310	81,0	82,5	83,0	0,64	0,75	0,83	1,15	0,0250	24,0
4	3	100La	1710	10,8	75,3	6,23	43,5	1,7	240	260	80,0	83,0	83,5	0,70	0,82	0,86	1,15	0,0240	29,0
5	3,7	100L	1730	13,7	106	7,93	61,1	2,1	290	330	83,5	85,0	85,0	0,67	0,79	0,83	1,15	0,0300	32,0
6	4,5	112Ma	1750	16,7	117	9,63	67,4	2,5	260	320	85,0	85,5	86,0	0,62	0,75	0,81	1,15	0,0650	41,0
7,5	5,5	112M	1740	20,6	159	11,9	92,0	3,1	265	335	84,5	86,5	87,0	0,63	0,75	0,81	1,15	0,0650	42,0
10	7,5	132S	1750	26,0	191	15,0	110	4,1	215	275	86,0	87,5	87,5	0,73	0,83	0,85	1,15	0,1310	55,0
12,5	9,2	132Ma	1750	31,2	267	18,0	154	5,1	210	265	86,5	87,5	87,5	0,78	0,86	0,89	1,15	0,1580	63,0
15	11	132M	1750	37,3	319	21,5	184	6,1	245	355	87,0	88,0	88,5	0,75	0,84	0,88	1,15	0,2100	67,0
20	15	160M	1745	49,2	416	28,4	240	8,2	225	300	87,0	88,7	89,5	0,75	0,84	0,88	1,15	0,3390	106
25	18,5	160L	1750	60,1	521	34,7	301	10,2	220	330	87,5	90,0	90,5	0,81	0,86	0,89	1,15	0,3900	116
30	22	180M	1760	72,6	648	41,9	374	12,2	200	320	90,0	90,7	91,0	0,78	0,85	0,88	1,15	0,5000	151
40	30	200M	1770	96,0	727	55,4	420	16,2	250	270	89,7	91,2	91,7	0,77	0,85	0,88	1,15	1,1200	211
50	37	200L	1770	119,1	837	68,8	483	20	230	255	89,7	92,0	92,4	0,80	0,86	0,88	1,15	1,3000	237
60	45	225S/M	1770	140,4	883	81,1	510	24	230	270	91,3	92,7	93,0	0,81	0,87	0,89	1,0	1,7000	265
75	55	225S/M	1765	177,5	999	102,5	577	30	220	255	91,5	92,8	93,0	0,80	0,86	0,88	1,0	2,0000	291
100	75	250S/M	1770	238,1	1663	137,5	960	40	250	260	92,0	93,0	93,5	0,78	0,84	0,87	1,0	3,4000	427
125	90	280S/M	1775	293,3	1992	169,3	1150	50	240	250	92,0	93,2	93,8	0,84	0,87	0,88	1,0	5,7000	545
150	110	280S/M	1770	346,9	2169	200,3	1252	60	220	230	92,5	93,6	94,1	0,85	0,88	0,89	1,0	6,7000	615
175	132	315S/M	1775	409,3	2657	236,3	1534	70	210	220	93,0	93,8	94,1	0,84	0,87	0,88	1,0	10,5000	790
200	150	315S/M	1780	465,8	2991	268,9	1727	80	200	200	93,4	94,3	94,5	0,84	0,87	0,88	1,0	12,5000	878
250	185	315S/M	1780	575,7	3733	332,4	2155	100	210	200	93,5	94,4	94,5	0,85	0,88	0,89	1,0	14,5000	966
300	220	355M/L	1780	698,7	4877	403,4	2816	120	210	200	93,7	94,5	94,5	0,84	0,87	0,88	1,0		

Potencia		Carcasa	Velocidad (rpm)	Intensidad Nominal				Torque			Rendimiento			Factor de Potencia			Factor de Servicio	GD ² Del Rotor (Kgm ²)	Peso (Kg)
(HP)	(kW)			(IEC)	220 V		380 V		Cn (Kgm)	Cp/Cn (%)	Cmáx/Cn (%)	η%			cos φ				
			In (A)	Ia (A)	In (A)	Ia (A)				50%	75%	100%	50%	75%	100%				
6 POLOS - 60 Hz																			
1/8	0,09	63a	1090	0,73	2,08	0,42	1,2	0,08	200	195	39,0	46,5	50,0	0,50	0,59	0,66	1,15	0,0014	4,8
1/6	0,12	63b	1085	0,97	2,77	0,56	1,6	0,11	205	195	40,0	48,5	52,0	0,50	0,58	0,64	1,15	0,0014	4,8
1/4	0,18	71a	1100	1,45	4,16	0,84	2,4	0,16	210	220	43,0	50,5	53,0	0,46	0,55	0,63	1,15	0,0035	9,0
1/3	0,25	71b	1110	2,02	5,54	1,17	3,2	0,22	220	205	46,0	52,5	55,0	0,42	0,51	0,58	1,15	0,0041	9,6
1/2	0,37	80a	1150	2,13	11,1	1,23	6,4	0,31	275	340	60,0	66,5	69,0	0,45	0,57	0,66	1,15	0,0091	13,0
3/4	0,55	80b	1135	2,84	13,0	1,64	7,5	0,47	185	205	64,0	69,0	71,0	0,50	0,62	0,72	1,15	0,0095	13,5
1	0,75	90Sa	1160	3,90	20,3	2,25	11,7	0,61	220	275	67,0	71,0	73,0	0,49	0,59	0,68	1,15	0,0220	19,5
1,5	1,1	90S	1135	5,46	24,1	3,15	13,9	0,94	170	240	63,0	74,0	75,0	0,53	0,64	0,71	1,15	0,0220	19,5
2	1,5	100La	1150	7,19	38,1	4,15	22,0	1,2	190	240	71,0	75,0	77,0	0,49	0,62	0,70	1,15	0,0380	29,0
3	2,2	100L	1150	10,0	65,8	5,78	38,0	1,9	275	320	74,0	77,5	78,5	0,53	0,65	0,74	1,15	0,0490	31,0
4	3	112M	1150	13,0	76,2	7,49	44,0	2,5	195	285	78,0	82,0	83,0	0,52	0,64	0,72	1,15	0,0580	36,0
5	3,7	132Sa	1150	14,1	79,7	8,12	46,0	3,1	170	250	82,0	84,5	85,0	0,67	0,76	0,81	1,15	0,1150	50,0
6	4,5	132S	1150	17,9	100,5	10,3	58,0	3,7	180	265	83,0	85,0	85,5	0,60	0,70	0,76	1,15	0,1150	52,0
7,5	5,5	132Ma	1160	21,1	150,7	12,2	87,0	4,7	185	220	83,0	85,5	86,0	0,62	0,74	0,80	1,15	0,1650	63,0
10	7,5	132M	1150	28,2	188,8	16,3	109,0	6,2	200	260	84,5	86,5	87,0	0,61	0,73	0,79	1,15	0,1900	66,0
12,5	9,2	160Ma	1175	36,0	270,2	20,8	156,0	7,6	200	250	84,0	86,5	87,5	0,57	0,68	0,75	1,15	0,4100	98,0
15	11	160M	1175	44,1	325,6	25,5	188,0	9,5	180	255	85,5	88,0	89,0	0,55	0,67	0,74	1,15	0,4100	100
20	15	160L	1170	56,2	436,5	32,5	252,0	12,2	180	270	87,0	89,0	89,5	0,60	0,72	0,77	1,15	0,5800	126
25	18,5	180L	1170	65,5	372,4	37,8	215,0	15,3	225	230	89,0	90,0	90,2	0,66	0,77	0,82	1,15	0,9200	170
30	22	200L	1180	80,8	519,6	46,7	300,0	18,3	235	290	90,0	90,8	91,0	0,67	0,76	0,79	1,15	1,4000	225
40	30	200L	1175	108,3	614,9	62,5	355,0	24	185	265	90,8	91,5	91,7	0,64	0,75	0,78	1,15	1,7000	240
50	37	225S/M	1185	140,4	850,4	81,0	491,0	30	225	265	90,5	91,8	92,0	0,64	0,71	0,75	1,0	2,8000	305
60	45	250S/M	1175	149,6	940,5	86,4	543,0	36	215	260	91,0	92,3	92,5	0,69	0,79	0,84	1,0	3,3000	475
75	55	250S/M	1175	182,0	1015	105,1	586,0	46	190	230	91,4	92,5	92,8	0,73	0,82	0,86	1,0	4,0000	480
100	75	280S/M	1180	250,9	1325	144,9	765,0	61	200	210	92,0	92,8	93,0	0,72	0,80	0,83	1,0	7,5000	625
125	90	280S/M	1180	312,0	1680	180,1	970,0	76	190	210	92,5	93,5	93,0	0,72	0,80	0,83	1,0	8,8000	710
150	110	315S/M	1185	359,0	2051	207,3	1184	90	200	230	93,0	93,7	94,1	0,75	0,84	0,86	1,0	16,000	980
175	132	315S/M	1185	418,8	2515	241,8	1452	106	200	220	93,0	94,0	94,1	0,74	0,83	0,86	1,0	18,000	1080
200	150	315S/M	1185	478,2	2737	276,1	1580	121	210	230	93,0	94,0	94,2	0,75	0,83	0,86	1,0	20,000	1150
250	184	355M/L	1190	642,5	3066	371,0	1770	150	220	210	93,5	94,2	94,2	0,70	0,77	0,80	1,0	22,000	1380
300	220	355M/L	1185	770,2	3118	444,7	1800	180	210	200	93,5	94,0	94,3	0,70	0,78	0,80	1,0	26,000	1500
350	255	355M/L	1190	896,7	5577	517,7	3220	210	200	190	94,0	94,3	94,5	0,70	0,78	0,80	1,0	30,000	1630
400	295	355M/L	1190	1021,5	6374	589,8	3680	240	235	210	94,0	94,5	94,8	0,71	0,78	0,80	1,0	33,000	1730
450	330	355M/L	1190	1146,8	6538	662,1	3775	270	230	210	94,0	95,0	95,0	0,71	0,78	0,80	1,0	37,000	1820

A.14. Resistividad de materiales

Material	ρ en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
Aluminio	0,026
Bronce	0,13 ~ 0,29
Carbón	100 ~ 1000
Cobre	0,0175
Hierro	0,10 ~ 0,14
Mercurio	0,95
Niquelina	0,44
Nichrom	1,10
Oro	0,022
Plata	0,016
Platino	0,094

A.15. Catalogo INDECO de conductores eléctricos.



NYY DUPLEX / TRIPLE

Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, etc.), directamente enterrado en lugares secos y húmedos.

Descripción

Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado (comprimido, compactado), aislamiento y cubierta individual de PVC. En la conformación duplex los dos conductores son trenzados entre sí. En la conformación triple, los tres conductores son ensamblados en forma paralela mediante una cinta de sujeción.

Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita empalmes, derivaciones y terminaciones. Menor peso que los cables NYN convencionales y mejor disipación de calor permitiendo obtener una mayor intensidad de corriente admisible. Retardante a la llama.

Marcación

INDECO S.A. NYN(80°) 0.6/1 kV 3-1x<Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

Calibre

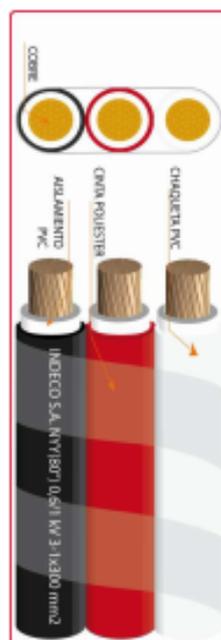
6 mm² – 500 mm²

Embalaje

En carretes de madera, en longitudes requeridas.

Colores

Aislamiento: Blanco
Cubierta: Duplex : Blanco, negro.
Triple : Blanco, negro, rojo.



Norma(s) de Fabricación
NTP-IEC 60502-1
Tensión de servicio
0.6/1 kV
Temperatura de operación
80 °C

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY TRIPLE

CALIBRE	Nº HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm ²		mm	mm	mm	mm		A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

A.16. Catálogo general Hidrostal



100-200

BOMBA CENTRIFUGA ISO 2858

DESCRIPCION GENERAL

La bomba centrífuga ISO 2858 es una bomba fabricada según los estándares de la ISO. Esto garantiza intercambiabilidad de piezas, facilidad de reparación y mantenimiento y una sustitución perfecta con las bombas de otros fabricantes sin necesidad de cambios en la instalación. Un mínimo de componentes, y una construcción simple y robusta garantizan un servicio eficiente y libre de mantenimiento.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Caja: Fabricada en hierro fundido gris o nodular con recubrimiento cerámico. Diseñada con sistema "back pull out" que permite un rápido desmontaje para una eventual reparación o inspección. Alternativamente se suministra en bronce o acero inoxidable sin recubrimiento cerámico.

Impulsor: Del tipo centrífugo cerrado. Fabricado en hierro fundido gris o nodular, alternativamente se suministra en bronce y en acero inoxidable. Está diseñado para una máxima eficiencia de bombeo. Balanceado electrónicamente para evitar vibraciones.

Prensaestopa: Como ejecución estándar se suministra el equipo con prensaestopas de fibra acrílica trenzada. Alternativamente se suministra con sello mecánico.

Soporte: Construido en hierro fundido gris con rodamientos lubricados por grasa, especialmente seleccionados para severas condiciones de operación. Eje de acero al carbono dimensionado con amplio factor de seguridad.

Contrabridas: Para permitir una fácil instalación. Opcionalmente se puede suministrar a pedido contrabridas para los modelos de hasta 80 mm de diámetro de succión, para conexión a tuberías con rosca estándar americana.

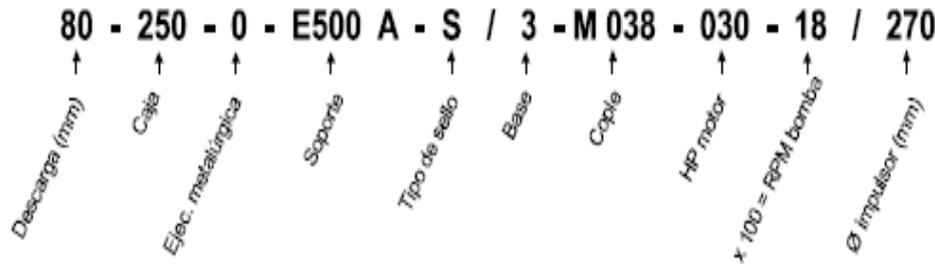
APLICACIONES

Agricultura, suministro de agua potable, alimentación de calderos, riego en general, sistemas de calefacción y aire acondicionado, bombeo de líquidos viscosos, compuestos químicos, construcción, minería, industria en general.

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATÁLOGO I - VERSION G
REV.10_06/12_1



DESIGNACION DE LA BOMBA



DATOS TECNICOS

MODELO	EJECUCION METALURGICA		SOPORTE				DIAMETRO DEL EJE				PRESION DE PRUEBA HIDROSTATICA (m)	ESPESOR DE CAJA (mm)	N° DE ALABES	T MAX (°C)	
	STD	ALTER-NATVA	TRANS. DIRECTA	TRANS. FAJAS	PRENSA ESTOPA	SELLO MECANICO	RPM MAX	IMPULSOR	PRENSA ESTOPA	SELLO					COPLA
32-125	0		B385-A	B385-B								60	5.5	7	
32-160	0	1.5.6.7.9	C385-C	C385-D				NF 3/4"	1 1/8"	1 1/8"	24	100	7	6	
32-160L	0		B385-A	B385-B			70					5.5			
40-125	0		B385-A	B385-B								100	6	7	
40-160	0"	1' 5.6.7.9	C385-C	C385-D								160	7		
40-200	1"	5.9	D385-E	D385-F				ø 25				250	9	7	
40-250	9"	5.6	E500-A	E500-B				ø 35	2"	2"	32	70	7		
50-125	0	1.5.6.7.9	C385-E	C385-F				ø 25	1 1/8"	1 1/8"	24	100	6.5	6	
50-160	1"	5.6.7.9	D385-E	D385-F								160	7		
50-200	1	5.9	D385-E	D385-F								250	9	7	
50-250	9	5	E500-A	E500-B								100	7		
65-160	1	5.6.7.9	D500-A	D500-B				ø 35	2"	2"	32	160	7.5	6	
65-200		5	(D500-A)	(D500-B)								250			
65-250	9			D500-D	D500-1										
65-315		5.6.7	(E500-A)	(E500-B)										7	
			(F530-A)	(F530-B)											
80-200		1.5.6.7.9	D500-A	D500-B				ø 45	2 1/2"	2 1/2"	42	100	11	7	
80-250	0	1.5.9	(E500-A)	(E500-B)				ø 35	2"	2"	32	40	7		
80-315	1	5.9	(E500-D)	(E500-1)								65	9	6	
			(F530-A)	(F530-B)				ø 45	2 1/2"	2 1/2"	42	100	11		
100-200		1.5.6.7.9	(F530-D)	(F530-1)										7	
125-250	0		1.5.9	(D500-A)	(D500-B)				ø 35	2"	2"	32	40		9
			(D500-D)	(D500-1)											
125-315		5	(E530-A)	(E530-B)								65		6	
			(F530-A)	(F530-B)					ø 45	2 1/2"	2 1/2"	42	100		11
125-400		9	(F530-D)	(F530-1)										7	
			(H530-C)	(H530-D)					ø 63	80			160		
150-315		--	H670-A	H670-B										6	
			F670-A	F670-B					ø 45	2 1/2"	48		70		12
150-400			H750-A	H750-B****								165		7	
200-400			H750-A	H750-B****				1790	ø 63	80	3 1/8"	60	159		13

* : CAJA EN FIERRO FUNDIDO NODULAR
 ****: CON FAJAS Y POLEAS SOLO @ 1200 RPM.
 *****: CON FAJAS Y POLEAS USAR CONTRAEJE

** : IMPULSOR Y ANILLO DEGGASTE EN BRONCE AL SILICIO () : SOPORTE ANTIGUO

A.17. Tabla de esfuerzos para tanques o recipientes a presión NORMA ASTM

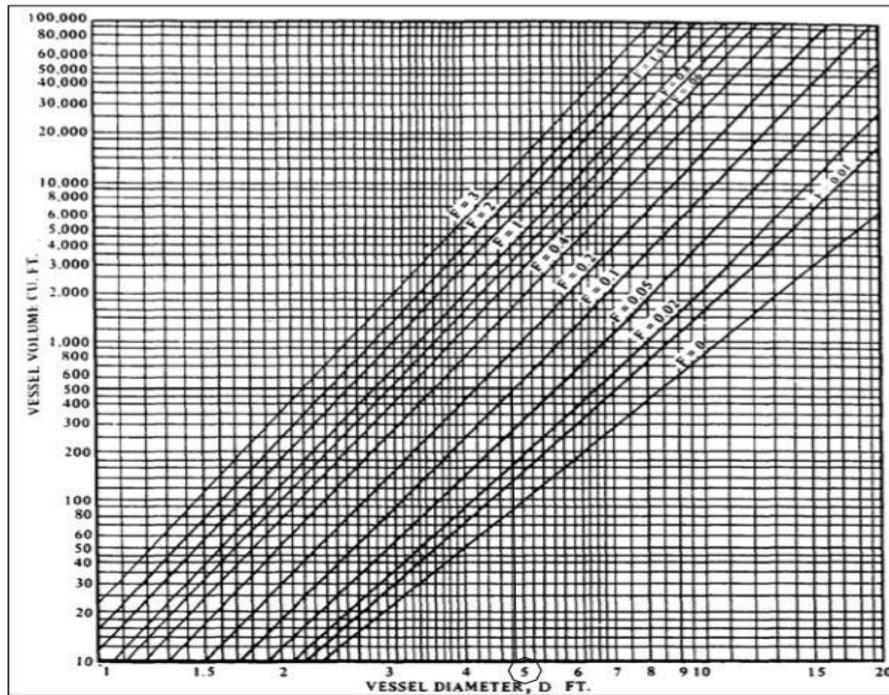
Material	Especificación	Fatigas admisibles en Kg/cm ² , hasta las siguientes temperaturas, °C								
		65°	232°	316°	399°	427°	482°	538°	566°	593°
Acero sin costura:										
Grado A, al Si	A-106	840	840	840	749	630	350			
Grado B, al Si	A-106	1050	1050	1050	905	760	350			
Grado A, al Si	A-53	840	840	840	749	630	350			
Grado B, al Si	A-53	1050	1050	1050	905	760	350			
Acero soldado por fusión eléctrica										
Grado A, al Si	A-155	-----	-----	-----	530	480	353	126		
Grado B, al Si	A-155	-----	-----	-----	567	522	353	126		
Grado C, al Si	A-155	-----	-----	-----	600	557	353	126		
Acero soldado por resistencia eléctrica:										
Grado A	A-135	715	627	585	400					
Grado B	A-135	890	785	735	592					
Hierro forjado con soldadura a recubrimiento	A-72	560	495	460	385					
Hierro forjado con soldadura al tope	A-72	420	368	343	290					
Acero con soldadura a recubrimiento	A-53	660	570	530	437					
Acero con soldadura al tope.	A-53	472	417	390	330					
Acero al cromo (1 a 1,5) molibdeno (0,5)	A-158					1050	920	545	385	280
Acero al cromo (2 a 2,5) molibdeno (1) sin costura	A-213 Grado T-22					1050	920	545	407	295

A.18. Eficiencias de soldaduras para recipientes a presión NORMA ASTM

EFICIENCIA DE SOLDADURAS VALORES DE "E"				
TIPOS DE UNIONES NORMA UW-12		EFICIENCIA DE LA UNION CUANDO LA JUNTA ESTA RADIOGRAFIADA		
		AL 100 %	POR PUNTOS	SIN
	SOLDADURA A TOPE UNIDA CON SOLDADURA POR AMBOS LADOS, O BIEN POR OTRO METODO CON LO CUAL SE OBTENGA LA MISMA CANTIDAD DEL METAL DE APORTE EN AMBOS LADOS DE LA SUPERFICIE SOLDADA. SI SE USA LA SOLERA DE RESPALDO, DEBERA QUITARSE DESPUES DE APLICAR LA SOLDADURA Y ANTES DE RADIOGRAFIAR.	1.00	0.85	0.70
	SOLDADURA SIMPLE A TOPE CON SOLERA DE RESPALDO LA CUAL PERMANECERA EN EL INTERIOR DEL RECIPIENTE.	0.90	0.80	0.85
	UNION SIMPLE POR UN SOLO LADO SIN SOLERA DE RESPALDO	----	----	0.60
	UNION TRASLAPADA CON DOBLE FILETE	----	----	0.55
	UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO Y TAPON DE SOLDADURA	----	----	0.50
	UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO SIN TAPON DE SOLDADURA	----	----	0.45

A.19. Medidas óptimas del diámetro interior del recipiente a presión por NORMAS ASTM

TABLA PARA ESTABLECER LAS MEDIDAS ADECUADAS EN EL RECIPIENTE A PRESIÓN



A.20. Espesores de plancha del ASTM A-53 Grado A al SI – NORMA ASTM

ESPESOR			M2	1.0 x 2.0 Mts.	1.22 x 2.44 Mts.	1.83 x 6.09 Mts.	2.0 x 6.0 Mts.	2.44 x 6.09 Mts.
CALIBRE	PULGADA	MILIMETRO	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
16		1.50	11.78	23.56	35.01	131.00	141.00	175.00
14		1.90	14.92	29.85	44.35	166.00	179.00	222.00
		2.50	19.63	39.27	58.35	219.00	236.00	292.00
12		2.66	20.89	41.78	62.09	233.00	251.00	311.00
11		3.00	23.56	47.12	70.02	263.00	283.00	350.00
	1/8"	3.17	24.90	49.79	73.99	278.00	299.00	370.00
		4.00	31.42	62.83	93.37	350.00	377.00	467.00
		4.50	35.34	70.69	105.04	394.00	424.00	525.00
	3/16"	4.76	37.38	74.77	111.11	417.00	449.00	556.00
		5.00	39.27	78.54	116.71	438.00	471.00	584.00
		6.00	47.12	94.25	140.05	525.00	565.00	700.00
	1/4"	6.35	49.87	99.75	148.22	556.00	598.00	741.00
	5/16"	7.94	62.36	124.72	185.33	695.00	748.00	927.00
		8.00	62.83	125.66	186.73	700.00	754.00	934.00
		9.00	70.69	141.37	210.07	788.00	848.00	1,051.00
	3/8"	9.53	74.85	149.70	222.44	834.00	898.00	1,113.00
		10.00	78.54	157.08	233.41	876.00	942.00	1,167.00
		12.00	94.25	188.50	280.10	1,051.00	1,131.00	1,401.00
	1/2"	12.70	99.75	199.49	296.44	1,112.00	1,197.00	1,483.00
		13.00	102.10	204.20	303.44	1,138.00	1,225.00	1,518.00
		15.00	117.81	235.62	350.12	1,313.00	1,414.00	1,751.00
	5/8"	15.88	124.72	249.44	370.66	1,390.00	1,497.00	1,854.00
		16.00	125.66	251.33	373.46	1,401.00	1,508.00	1,868.00
		19.00	149.23	298.45	443.49	1,664.00	1,791.00	2,218.00
	3/4"	19.05	149.62	299.24	444.65	1,668.00	1,795.00	2,224.00

A.21. Tamaños para soldaduras:

Tamaños mínimos de soldaduras de filete		
Espesor de la más gruesa de las partes unidas mm (pulg.)		Tamaño ¹ mínimo del filete mm (pulg.)
menor o igual que 6.3	($\leq 1/4$)	3.2 ($1/8$)
más de 6.3 hasta 12.7	($1/4$ a $1/2$)	4.8 ($3/16$)
más de 12.7 hasta 19.1	($1/2$ a $3/4$)	6.3 ($1/4$)
mayor que 19.1	($> 3/4$)	7.9 ($5/16$)

¹ Dimensión de la pierna del filete de soldadura.
Deben usarse soldaduras depositadas en un solo paso.

A.22. Ficha técnica del electrodo E7018



INDURA
Tecnología a su servicio
GASES • SOLDADURAS • EQUIPOS

Indura 7018 - AR	Clasificación AWS: E-7018
<ul style="list-style-type: none"> • Electrodo para acero al carbono • Con hierro en polvo • Toda posición • Corriente continua. Electrodo positivo • Revestimiento: Gris 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobado anualmente por el Lloyd's Register of Shipping, American Bureau of Shipping, Bureau Veritas, Germanischer Lloyd y Det Norske Veritas.

Descripción

El electrodo 7018-AR es de bajo contenido de hidrógeno y resistente a la humedad. Está especialmente diseñado para soldaduras que requieren severos controles radiográficos en toda posición. Su arco es suave y la pérdida por salpicadura es baja.

Usos

El 7018-RH es recomendado para trabajos donde se requiere alta calidad radiográfica, particularmente en calderas y cañerías. Por sus buenas propiedades físicas es ideal para ser usado en astilleros.

Aplicaciones típicas

- Aceros Cor-Ten, Mayari-R
- Luken 45 y 50
- Yolo y otros aceros estructurales de baja aleaci-n.

Procedimiento para soldar

Para soldaduras de filetes horizontales y trabajo de soldadura en sentido vertical descendente, se debe usar un arco corto. No se recomienda la técnica de arrastre.

En la soldadura en posición de sobrecabeza debe usarse un arco corto con ligero movimiento oscilatorio en dirección de avance. Debe evitarse la oscilación brusca del electrodo.

Composición química (típica del metal depositado):						
C 0,06%; Mn 1,00%; P 0,012%; S 0,015%; Si 0,48%						
Características típicas del metal depositado:						
Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte (según norma AWS: A5.1-91):				Requerimientos según norma AWS: A5.1-91:		
Resistencia a la tracción :	73.000 lb/pulg ²	(453 MPa)		70.000 lb/pulg ²	(414 MPa)	
Límite de fluencia :	63.300 lb/pulg ²	(384 MPa)		58.000 lb/pulg ²	(331 MPa)	
Alargamiento en 50 mm. :	30%			22%		
Amperajes recomendados:						
Diámetro pulg.	Electrodo mm.	Longitud pulg.	Electrodo mm.	Amperaje		Electrodos x kg. aprox.
				min.	max.	
3/32	2,4	12	300	70	120	65
1/8	3,2	14	350	120	150	32
5/32	4,0	14	350	140	200	19
3/16	4,8	14	350	200	275	14

A.23. Catálogo de Interruptores Termo magnéticos SICA



Desarrollados para cumplir con los estándares más exigentes, los interruptores automáticos Sica son los de mayor imposición en el mercado. Esto no solo se debe a que los mismos poseen sellos de conformidad IRAM, y certificación en todo el mercado latinoamericano; o que están contruidos con materiales y componentes de primera calidad; Se debe a que los mismos garantizan el respaldo que el instalador necesita a la hora de hacer el trabajo. Cuentan con la experiencia de Sica, que ya en 1968 fabricaba en Argentina sus primeros interruptores termomagnéticos. Desde entonces, Sica continúa mejorando los procesos de fabricación y controles de calidad para brindar

al instalador herramientas confiables para proteger y maniobrar sus instalaciones. La línea cuenta con la más amplia gama de productos, cubriendo todas las necesidades de la instalación, contando con interruptores automáticos termomagnéticos y por corriente diferencial, interruptores manuales, tableros integrados, programadores, señalizadores y descargadores. Sin lugar a dudas, mayor calidad y respaldo para sus instalaciones.



SicaLimit de 1 y 63 A



SicaLimit de 80 y 100 A

Interruptores Automáticos Termomagnéticos

Limit 3kA

Intensidad (A)	Curva	Unipolar	Bipolar	Tripolar	Tetrapolar
1	C	782101	782201	782301	-----
2	C	782102	782202	782302	-----
3	C	782103	782203	782303	-----
5	C	782105	782205	782305	782405
10	C	782110	782210	782310	782410
15	C	782115	782215	782315	782415
16	C	782116	782216	782316	782416
20	C	782120	782220	782320	782420
25	C	782125	782225	782325	782425
32	C	782132	782232	782332	782432
40	C	782140	782240	782340	782440
50	C	782150	782250	782350	782450
63	C	782163	782263	782363	782463
80	D	782180	782280	782380	782480
100	D	782100	782200	782300	782400

Interruptores Automáticos Termomagnéticos

Super Limit 6kA



SuperLimit

Intensidad (A)	Curva	Unipolar	Bipolar	Tripolar	Tetrapolar
2	C	762102	762202	762302	762402
4	C	762104	762204	762304	762404
6	C	762106	762206	762306	762406
10	C	762110	762210	762310	762410
16	C	762116	762216	762316	762416
20	C	762120	762220	762320	762420
25	C	762125	762225	762325	762425
32	C	762132	762232	762332	762432
40	C	762140	762240	762340	762440
50	C	762150	762250	762350	762450
63	C	762163	762263	762363	762463

Descripción

Los interruptores termomagnéticos SICA son el resultado del desarrollo tecnológico, en el que INDUSTRIAS SICA S.A.I.C. se empeña desde el año 1985.

En un volumen compacto se ha desarrollado un interruptor automático fuertemente limitador que reduce sensiblemente la energía que deja pasar cuando interviene en el cortocircuito.

La línea SICALIMIT es indicada cuando la corriente presunta de cortocircuito alcanza valores de 3kA (curva C) con corrientes nominales de 1 a 63A y 10kA (curva D) para corrientes nominales de 80A y 100A.

La línea SUPERLIMIT es indicada cuando la corriente presunta de cortocircuito alcanza valores de 6kA (curva C) para corrientes nominales de 5 a 63A.

Los interruptores termomagnéticos SICA son construídos en material termoplástico autoextingüente, resistente al ensayo de punta incandescente de 960°C. La palanca de maniobra está protegida contra maniobras accidentales e involuntarias y puede bloquearse en la posición ABIERTO o CERRADO. Los interruptores multipolares se obtienen por la unión de interruptores unipolares vinculados mecánicamente por la unión de las palancas de maniobra y supervisados por un dispositivo de desenganche instantáneo que, en caso de un cortocircuito en un polo, abre todo el interruptor simultáneamente.

Características Técnicas

Los interruptores termomagnéticos SICALIMIT se construyen con características de disparo termomagnética "C" y "D", según los clasifica la norma IEC 60898 y poder de interrupción de 3kA y 10 kA respectivamente. Los interruptores termomagnéticos abren instantáneamente (magnéticamente) entre 5 y 10 veces la corriente nominal para los tipo "C" y entre 10 y 20 veces la corriente nominal cuando son tipo "D", permitiendo proteger de esta manera a la mayoría de los equipos con una corriente de conexión importante. Los morcetes terminales, protegidos contra contactos directos, poseen tornillos con cabeza a ranura y guía. El destornillador es guiado por una guía para evitar que se salga de la ranura, lográndose una excelente cupla de apriete. El conductor es aprisionado en un estribo que evita el corte de los alambres individualmente, llenando el espacio libre de alambres del conductor, obteniéndose de esta manera un insuperable contacto eléctrico.

Protección de los conductores contra sobrecargas

La protección de los conductores (aislados en PVC) contra las sobrecargas se obtiene de la siguiente manera:

$$I_b \leq I_n \leq I_c \quad (1)$$

donde:

I_b es la corriente de proyecto (corriente de empleo para la cual el circuito fue diseñado)

I_n es la corriente nominal del interruptor

I_c es la corriente nominal del conductor

y también

$$I_c \leq 1,45 \cdot I_n \quad (2)$$

donde:

$I_c = 1,45 \cdot I_n$ es la corriente que hace abrir al interruptor en menos de 1 hora, cuando $I_n \leq 63A$, o en menos de 2 horas si $I_n > 63A$. Se debe cumplir con 1 y 2 para asegurar que el conductor estará protegido contra sobrecargas de corta y larga duración.

Protección de los Conductores contra Cortocircuitos

Para dispositivos de protección con tiempo de apertura inferior a 0,1s; la protección de los conductores está asegurada si se cumple:

$$k^2 S^2 \geq I^2 t$$

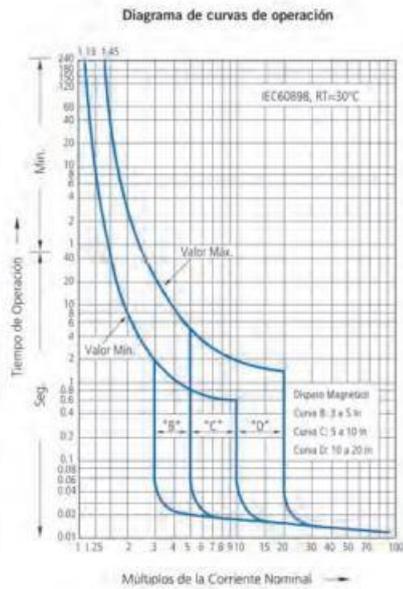
$I^2 t$: Máxima energía específica psante aguas abajo del dispositivo de protección.

Este dato está garantizado por INDUSTRIAS SICA y está a disposición del proyectista o instalador.

S: Sección nominal de los conductores, en milímetros cuadrados.

K: Factor que tiene en cuenta resistividad, coeficientes de temperatura del aislante y capacidad térmica.

Curva de Operación



Instalación

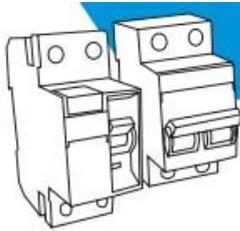
Los interruptores termomagnéticos SICA pueden instalarse y montarse sobre el perfil DIN en las cajas de la línea PRESTIGE, o en cualquier otra caja que ofrezca el perfil DIN como método de montaje. La fijación sobre el perfil es a presión, ofreciendo un seguro método de montaje y anclaje del interruptor al perfil DIN. Para el desmontaje debe usarse un destornillador para destrabar el o los seguros de anclaje.

Características Técnicas
Limit 3kA
Super Limit 6kA

Norma de aplicación		Sicalimit 1 a 63 A	80 y 100 A	5 a 63 A
Curva de disparo		IEC 60898	IEC60947	IEC60898
Capacidad de Ruptura		C	D	C
		Icn = 3000 A	Icu = 10000 A	Icn = 6000 A
		Ics = 100% Icn		Ics = 100% Icn
Rango de intensidad	In	1 a 63 A	80 y 100 A	5 a 63 A
Número de polos		1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4
Tensión nominal de operación	Ue	240 / 415 V	240 / 415 V	240 / 415 V
Tensión de aislación mínima	Ui	500 V	500 V	500 V
Frecuencia		50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Corriente convencional de no-disparo	It	1,13 x In	1,05 In	1,13 x In
Corriente convencional de disparo	Int	1,45 x In	1,3 In	1,45 x In
Potencia disipada				
	In < 10 A _n	In ≤ 10 A		
	10 < In < 16 A _n	10 < In ≤ 16 A		
	16 < In < 25 A _n	16 < In ≤ 25 A		
	25 < In < 32 A _n	25 < In ≤ 32 A		
	32 < In < 40 A _n	32 < In ≤ 40 A		
	40 < In < 50 A _n	40 < In ≤ 50 A		
	50 < In < 63 A _n	50 < In ≤ 63 A		
	In = 80 A	In = 80 A		
	In = 100 A	In = 100 A		
Tensión de impulso	Uimp	5000 V	6000 V	6000 V
Resistencia de aislación mínima		2 / 5 Mohm	2 / 5 Mohm	2 / 5 Mohm
Rigidez dieléctrica		2500 V	2500 V	2500 V
Endurancia mecánica		20000 op	20000 op	20000 op
Endurancia eléctrica*		4000 op	4000 op	4000 op
Incombustibilidad		960 °C	960 °C	960 °C
Grado de protección		IP20	IP20	IP20
Posición de instalación		vertical	vertical	vertical
Temperatura de calibración		30 °C	30 °C	30 °C
Rango de trabajo		-5 °C a 40 °C	-5 °C a 40 °C	-5 °C a 40 °C
Altitud máxima		2000 m	2000 m	2000 m
Bornes de conexión		25 mm ²	50 mm ²	25 mm ²
Momento de apriete mínimo		2 Nm	3,5 Nm	2 Nm
Peso máximo por polo		100 gr	180 gr	118 gr
Montaje		Riel DIN 35mm	Riel DIN 35mm	Riel DIN 35mm

* mínimas garantizadas por ensayo

A.24. Catálogo de Interruptores Diferenciales SICA



Ficha Técnica

INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DIFERENCIALES

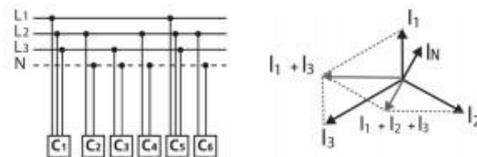


Descripción

La protección diferencial de los interruptores diferenciales SICA es independiente de la tensión de alimentación y posee seguridad intrínseca, es decir que ante la aparición de una fuga a tierra está asegurado su correcto funcionamiento debido a que la energía que produce el disparo es proporcionada por la propia corriente de fuga.

Están constituidos por :

- Un transformador toroidal, a través del cual pasan todos los conductores activos (una fase y neutro si el diferencial es bipolar y tres fases y neutro si es tetrapolar).
- Un relé de medida y disparo.
- Un interruptor que abre el circuito controlado.



$C_1... C_6 =$ Cargas monofásicas y trifásicas

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = 0$$

Figura 3

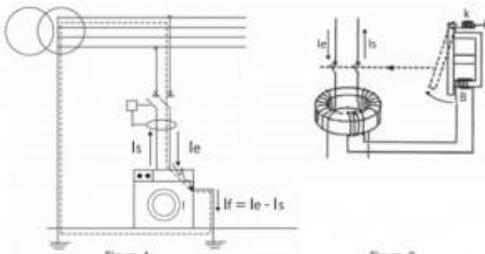


Figura 1

Figura 2

El principio de funcionamiento se basa en la ley de inducción electromagnética (Faraday-Lenz) que origina la creación de una fuerza electromotriz inducida debido a la variación del flujo magnético concatenado por una bobina. ($E = - N \frac{d\phi}{dt}$).

Los conductores activos que pasan a través del toroide constituyen el arrollamiento primario del transformador.

Cuando existe una falla de aislamiento o un contacto accidental en uno de los conductores activos, se establece una corriente de falla que circula a través del conductor de protección cerrando el lazo de falla a través de la tierra. (Esquema de tierra TT, Figura 1).

En este caso, la corriente que entra en el transformador toroidal I_s es distinta de la que sale I_e , ya que parte de la corriente I_e deriva a tierra a través del conductor de protección (PE) constituyendo la corriente de falla $I_f = I_s - I_e$.

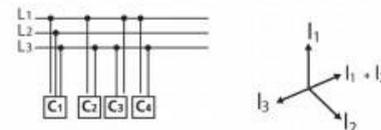
El desequilibrio de corrientes dentro del transformador toroidal es lo que origina el desequilibrio de los flujos magnéticos induciendo una fuerza electromotriz (Fem) en el arrollamiento secundario que cierra a través de un electroimán (ver figura 2), proporcionando un camino para la circulación de la corriente residual I_r originada por la Fem.

Cuando la corriente I_f está dentro de la zona de operación diferencial, la parte móvil del electroimán, que originalmente se mantenía unida debido a la fuerza de atracción que ejerce el imán permanente, abre el circuito magnético y acciona el mecanismo de apertura del interruptor diferencial.

Cuando el interruptor diferencial es tetrapolar el funcionamiento es análogo.

Si el sistema es trifásico con neutro, la suma vectorial de las intensidades de corriente de las tres fases es igual y opuesta a la intensidad de corriente que circula por el neutro, por lo que la suma vectorial total es igual a cero. (figura 3) También en este caso, el interruptor diferencial analiza la suma vectorial de las cuatro corrientes, e interviene cuando por una fuga esta suma difiere de cero y su valor entra dentro de la zona de operación del interruptor diferencial.

Los interruptores diferenciales tetrapolares también pueden utilizarse en redes trifásicas sin neutro. Conectado en el circuito trifásico, el interruptor diferencial interviene en caso de fuga a tierra, independientemente de la distribución de cargas en cada una de las fases. Esto es así, porque en los sistemas trifásicos sin neutro, la suma vectorial de las tres corrientes de las tres fases es siempre igual a cero, incluso cuando las tres fases estén desequilibradas (figura 4). El interruptor diferencial analiza la suma vectorial de las tres corrientes e interviene cuando por una fuga, esta suma es distinta de cero y su valor entra en la zona de la operación diferencial.



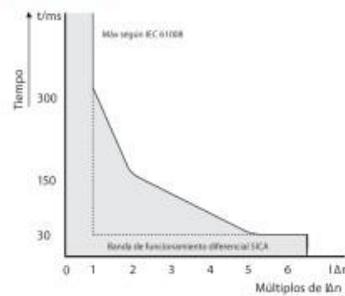
$C_1... C_6 =$ Cargas monofásicas y trifásicas

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

Figura 4

Los interruptores diferenciales puros "sin protección adicional incorporada" deben estar acompañados de la protección contra sobre cargas y cortocircuito. Los interruptores diferenciales junto con la protección contra sobre cargas y cortocircuito constituyen una unidad completa para la protección de las instalaciones contra sobrecargas, cortocircuitos y tensiones de contacto.

Curva de Intervención



Características Técnicas

		Bipolar	Tetrapolar
Clase		AC	AC
Corriente nominal	I_n	16 - 25 - 40 - 63A	40 - 63A
Tensión nominal	U_n	240 V-	240 / 415 V-
Corriente diferencial nominal	$I_{\Delta n}$	10 - 30 mA	30 mA - 300 mA
Frecuencia		50/60 Hz	50/60 Hz
Capacidad nominal de ruptura y de conexión	I_m	500-630A	500-630 A
Capacidad diferencial de ruptura y de conexión	$I_{\Delta m}$	500-630 A	500-630 A
Corriente nominal condicional de cortocircuito	I_{nc}	3000 A	3000 A
Dispositivo de protección contra cortocircuito	SCPD	Fus 63 A gG	Fus 63 A gG
Tensión de aislación mínima	U_i	500 V	500 V
Resistencia de aislación mínima		2/5 Mohm	2/5 Mohm
Rigidez dieléctrica		2500 V	2500V
Incombustibilidad		960°C	960°C
Tamaño DIN		2 módulos	4 módulos
Rango de funcionamiento		-5 a 40°C	-5 a 40°C
Altitud máxima		2000 m	2000 m
Grado de protección		IP20	IP20
Bornes de conexión		25 ² mm	25 ² mm
Posición de instalación		vertical	vertical
Momento de apriete mínimo		2,5 Nm	2,5 Nm
Endurencia mecánica		10000 op	10000 op
Endurencia eléctrica a I_n *		2000 op	2000 op
Peso máximo		240 gr	410 gr
Montaje		Riel DIN 35 mm	Riel DIN 35 mm

* mínimas garantizadas por ensayo

Intalación y Conexionado

Los bornes de conexión de entrada son 1,3,5 y N y los de salida son 2,4,6 y N, están grabados en la cubierta frontal del dispositivo. Cuando se instale un interruptor tetrapolar en una red trifásica sin neutro se debe efectuar un puente en los bornes de entrada, entre el borne 3 y N o entre el borne 1 y N a los efectos de garantizar el funcionamiento del dispositivo de prueba. Ver figura 6.

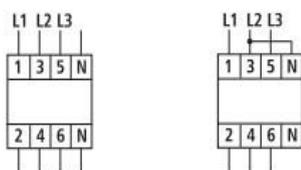


Figura 6

Botón de Prueba

Todos los interruptores diferenciales SICA cuentan con un dispositivo o botón de prueba mediante el cual es posible verificar el correcto funcionamiento de la protección diferencial. Mediante dicho dispositivo, debe testarse mensualmente el funcionamiento del interruptor diferencial.

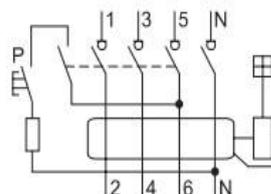
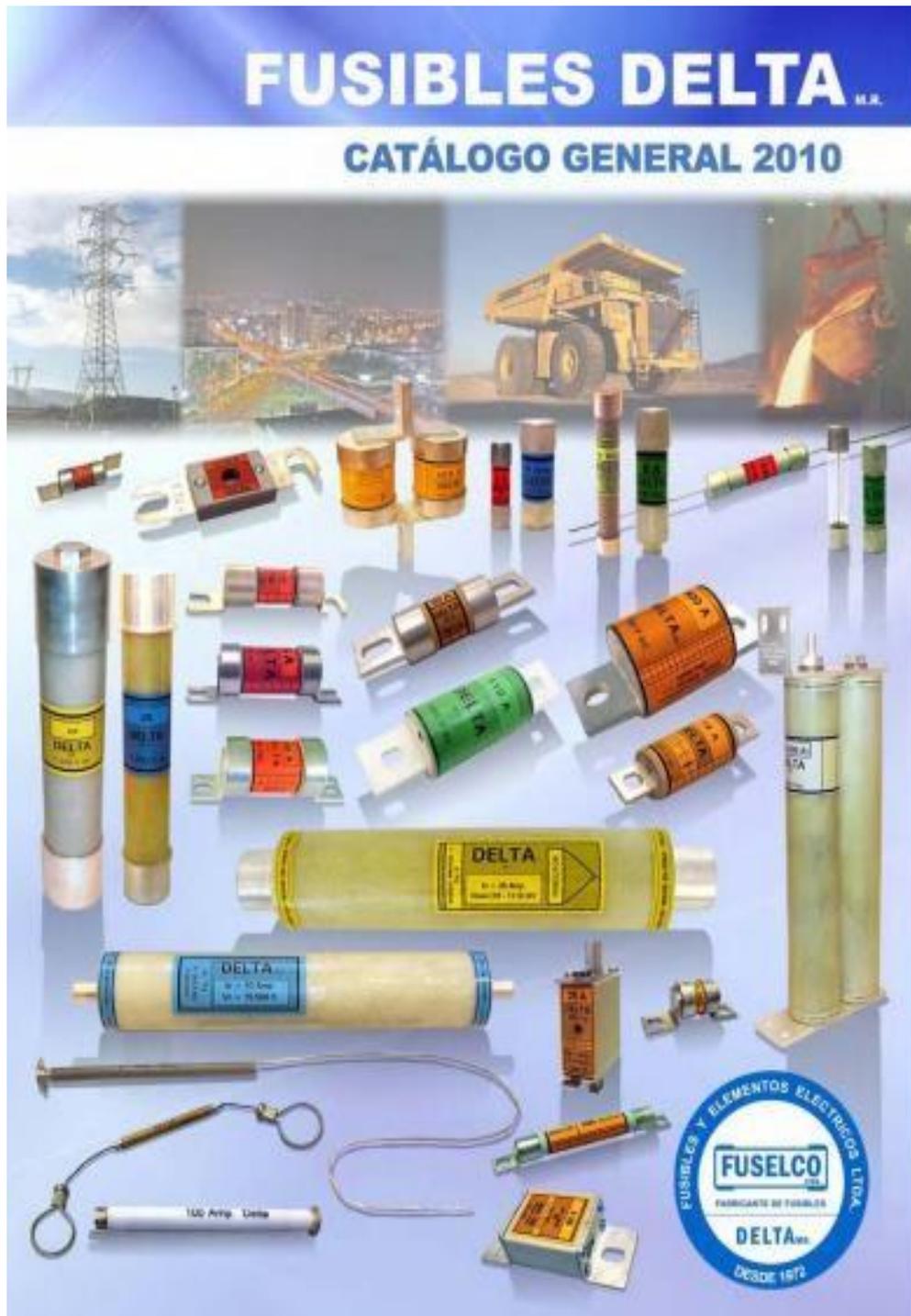
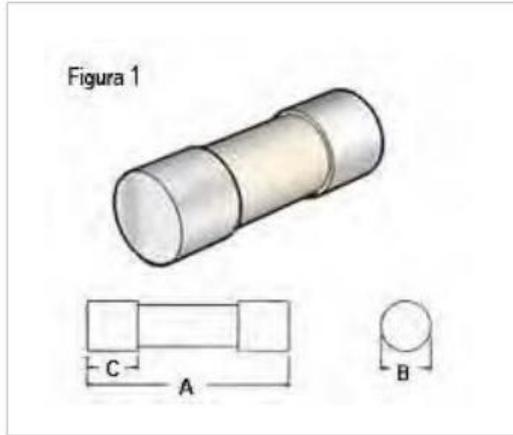


Figura 5

A.25. Catálogo de fusibles FUSELCO



MODELO QR24-aM



Los fusibles DELTA tipo cartucho tamaño 22 x 58 mm se fabrican con un cuerpo de cerámica y sus terminales son de cobre matizado, terminados con un baño de plata electrolítica. Poseen una capacidad de ruptura máxima de 120.000 amperes.



Son de acción lenta aM, especialmente diseñados para la protección de motores, solamente operan bajo corrientes de cortocircuitos. Las intensidades de hasta diez veces la nominal (10 In) deben ser desconectadas por los aparatos de protección propios del motor, mientras que las intensidades superiores deberán ser interrumpidas por los fusibles aM.

Pueden ser usados hasta 500 V ac

Características mecánicas

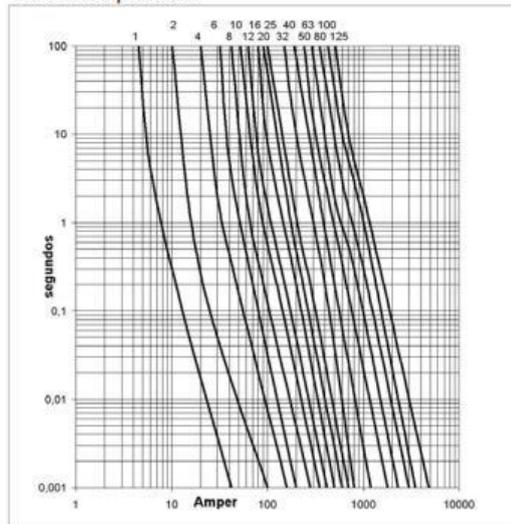
Número	Modelo	Figura	Material del cuerpo	A	B	C
24	QR	1	Cerámico	58	22	16

Nota: Dimensiones en milímetros.

Características eléctricas

Código	Amper	Volts AC	Fusión
QR24-1aM500	1	500	aM
QR24-2aM500	2	500	aM
QR24-3aM500	3	500	aM
QR24-4aM500	4	500	aM
QR24-5aM500	5	500	aM
QR24-6aM500	6	500	aM
QR24-8aM500	8	500	aM
QR24-10aM500	10	500	aM
QR24-15aM500	15	500	aM
QR24-16aM500	16	500	aM
QR24-20aM500	20	500	aM
QR24-25aM500	25	500	aM
QR24-30aM500	30	500	aM
QR24-32aM500	32	500	aM
QR24-40aM500	40	500	aM
QR24-50aM500	50	500	aM
QR24-63aM500	63	500	aM
QR24-80aM500	80	500	aM
QR24-100aM500	100	500	aM
QR24-125aM500	125	500	aM

Curva de prearco



A.26. Catálogo de Contactores SCHNEIDER



Selección: 1/32
 Características: 1/34
 Referencias: 1/38
 Accesorios: 1/41
 Dimensiones: 1/48
 Esquemas: 1/49

Contadores TeSys serie D

Para motores hasta 75 kW bajo 400 V, en AC-3
 Referencias



LC1-D09●●



LC1-D40A●●



LC1-D95●●



LC1-D115●●

Contadores tripolares con conexión mediante bornes a tornillo

Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3 (4)			Corriente asignada de empleo en AC-3	Contactos auxiliares instantáneos	Referencia básica para completar con el código de la tensión (1) Fijación (2)	Tensiones habituales				Peso (3) kg	
380V 400V kW	440V kW	690V kW				hasta 440 V A	~	~	~		~
4	4	5,5	9	1	1	LC1-D09●●	M7	F7	B7	BD	0,320
5,5	5,5	7,5	12	1	1	LC1-D12●●	M7	F7	B7	BD	0,325
7,5	9	10	18	1	1	LC1-D18●●	M7	F7	B7	BD	0,330
11	11	15	25	1	1	LC1-D25●●	M7	F7	B7	BD	0,370
15	15	18,5	32	1	1	LC1-D32●●	M7	F7	B7	BD	0,375
18,5	18,5	18,5	38	1	1	LC1-D38●●	M7	F7	B7	BD	0,380
18,5	22	30	40	1	1	LC1-D40A●●	M7	F7	B7	BD	0,850
22	30	33	50	1	1	LC1-D50A●●	M7	F7	B7	BD	0,855
30	37	37	65	1	1	LC1-D65A●●	M7	F7	B7	BD	0,860
37	45	45	80	1	1	LC1-D80●●	M7	F7	B7	BD	1,590
45	45	45	95	1	1	LC1-D95●●	M7	F7	B7	BD	1,610
55	59	80	115	1	1	LC1-D115●●	M7	F7	B7	BD	2,500
75	80	100	150	1	1	LC1-D150●●	M7	F7	B7	BD	2,500

Corriente alterna

Voltios	24	48	110	220	380
LC1-D09...D150 (bobinas D115 y D150 antiparasitadas de fábrica)					
50/60 Hz	B7	E7	F7	M7	Q7

Corriente continua

Voltios	24	48	110	220
LC1-D09...D150 (bobinas antiparasitadas de fábrica) (5)				
	BD	ED	FD	MD

Para otras tensiones de 5 a 690 V consultar.

(2) LC1-D09 a D65: enganche sobre perfil  de 35 mm AM1-DP o mediante tornillos.

LC1-D80 a D95 : enganche sobre perfil  de 35 mm ou 75 mm AM1-DL o mediante tornillos.

LC1-D80 a D95 : enganche sobre perfil  de 75 mm AM1-DL o mediante tornillos.

LC1-D115 y D150: enganche sobre 2 perfiles  de 35 mm AM1-DP o mediante tornillos.

(3) Los pesos indicados son aquellos de los contactores para circuito de mando en corriente alterna. Para circuito de mando en corriente continua añadir 0,160 kg de LC1-D09 a D38, 0,785 kg de LC1-D40 a D65 y 1 kg para LC1-D80 y D95.

(4) Categoría AC3: Aplicaciones de arranque directo de motores de inducción tipo jaula de ardilla.

(5) Excepto LD1-D80 y LC1-D95

A.27. Catálogo de Relés



Power and productivity
for a better world™ **ABB**

T16 Relés térmicos de sobrecarga – 0.10 a 16.0 A

Detalles de pedido

Detalles de pedido



T16



T16 + DB16



KPR-101L



DB16

Descripción

Los relés térmicos de sobrecarga T16 son dispositivos de protección electromecánica económicos para el circuito principal. Ofrecen una protección fiable a los motores en caso de sobrecarga o fallo de fase. Los dispositivos tienen clase de disparo 10.

Los relés térmicos de sobrecarga son relés de tres polos con elementos bimetalicos de desconexión. La corriente del motor circula a través de los elementos bimetalicos de desconexión y los calienta directa e indirectamente. En caso de sobrecarga (por corriente), los elementos bimetalicos se doblan debido al calor. Esto causa la liberación del relé y un cambio en la posición de conmutación de los contactos (95-96 / 97-98).

- Rearme manual o automático seleccionable
- Sensibilidad a la pérdida de fase, según IEC/EN 60947-4-1
- Función de prueba y de parada; indicación de desconexión en la parte frontal
- Compensación de temperatura
- Adecuado para aplicaciones trifásicas y monofásicas

Detalles de pedido

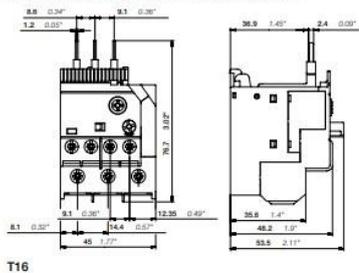
Rango de configuración	Dispositivo de protección contra cortocircuitos	Clase de disparo	Tipo	Código de pedido	Peso (1 pieza)
A					kg
0.10 ... 0.13	0.5 A, fusible tipo T	10	T16-0.13	1SAZ711201R1005	0.100
0.13 ... 0.17	1.0 A, fusible tipo T	10	T16-0.17	1SAZ711201R1008	0.100
0.17 ... 0.23	1.0 A, fusible tipo T	10	T16-0.23	1SAZ711201R1009	0.100
0.23 ... 0.31	1.0 A, fusible tipo T	10	T16-0.31	1SAZ711201R1013	0.100
0.31 ... 0.41	2.0 A, fusible tipo gG	10	T16-0.41	1SAZ711201R1014	0.100
0.41 ... 0.55	2.0 A, fusible tipo gG	10	T16-0.55	1SAZ711201R1017	0.100
0.55 ... 0.74	4.0 A, fusible tipo gG	10	T16-0.74	1SAZ711201R1021	0.100
0.74 ... 1.00	6.0 A, fusible tipo gG	10	T16-1.0	1SAZ711201R1023	0.100
1.00 ... 1.30	6.0 A, fusible tipo gG	10	T16-1.3	1SAZ711201R1025	0.100
1.30 ... 1.70	10.0 A, fusible tipo gG	10	T16-1.7	1SAZ711201R1028	0.100
1.70 ... 2.30	10.0 A, fusible tipo gG	10	T16-2.3	1SAZ711201R1031	0.100
2.30 ... 3.10	10.0 A, fusible tipo gG	10	T16-3.1	1SAZ711201R1033	0.100
3.10 ... 4.20	20.0 A, fusible tipo gG	10	T16-4.2	1SAZ711201R1035	0.100
4.20 ... 5.70	20.0 A, fusible tipo gG	10	T16-5.7	1SAZ711201R1038	0.100
5.70 ... 7.60	35.0 A, fusible tipo gG	10	T16-7.6	1SAZ711201R1040	0.100
7.60 ... 10.0	35.0 A, fusible tipo gG	10	T16-10	1SAZ711201R1043	0.104
10.0 ... 13.0	40.0 A, fusible tipo gG	10	T16-13	1SAZ711201R1045	0.104
13.0 ... 16.0	40.0 A, fusible tipo gG	10	T16-16	1SAZ711201R1047	0.104

Detalles de pedido accesorios

Adecuado para	Descripción	Tipo	Código de pedido	Peso (1 pieza)
T16	Kit de montaje único	DB16	1SAZ701901R0001	0.032
T16	Botón pulsador de reinicio*	KPR-101L	1SFA616162R1014	0.027

*Nota: para más información consulte el catálogo 1SFC151004C0201

Dimensiones principales mm, pulgadas



T16

TF42 Relés térmicos de sobrecarga – 0.10 a 38.0 A

Detalles de pedido



TF42



DB42



TF42 + DB42



KPR-101L

Descripción

Los relés térmicos de sobrecarga TF42 son dispositivos de protección electromecánica económicos para el circuito principal. Ofrecen una protección fiable a los motores en caso de sobrecarga o fallo de fase. Los dispositivos tienen clase de disparo 10.

Los relés térmicos de sobrecarga son relés de tres polos con elementos bimetalicos de desconexión. La corriente del motor circula a través de los elementos bimetalicos de desconexión y los calienta directa e indirectamente. En caso de sobrecarga (por corriente), los elementos bimetalicos se doblan debido al calor. Esto causa la liberación del relé y un cambio en la posición de conmutación de los contactos (95-96 / 97-98).

- Rearme manual o automático seleccionable
- Sensibilidad a la pérdida de fase, según IEC/EN 60947-4-1
- Función de prueba y de parada: indicación de desconexión en la parte frontal
- Compensación de temperatura
- Adecuado para aplicaciones trifásicas y monofásicas
- Con certificación ATEX

Detalles de pedido

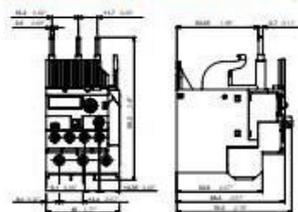
Rango de configuración	Dispositivo de protección contra cortocircuitos	Clase de disparo	Tipo	Código de pedido	Peso (1 pieza) kg
0.10 ... 0.13	0.5 A, fusible tipo T	10	TF42-0.13	1SAZ721201R1005	0.130
0.13 ... 0.17	1.0 A, fusible tipo T	10	TF42-0.17	1SAZ721201R1008	0.130
0.17 ... 0.23	1.0 A, fusible tipo T	10	TF42-0.23	1SAZ721201R1009	0.130
0.23 ... 0.31	1.0 A, fusible tipo T	10	TF42-0.31	1SAZ721201R1013	0.130
0.31 ... 0.41	2.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-0.41	1SAZ721201R1014	0.130
0.41 ... 0.55	2.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-0.55	1SAZ721201R1017	0.130
0.55 ... 0.74	4.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-0.74	1SAZ721201R1021	0.130
0.74 ... 1.00	6.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-1.0	1SAZ721201R1023	0.130
1.00 ... 1.30	6.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-1.3	1SAZ721201R1025	0.130
1.30 ... 1.70	10.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-1.7	1SAZ721201R1028	0.130
1.70 ... 2.30	10.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-2.3	1SAZ721201R1031	0.130
2.30 ... 3.10	10.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-3.1	1SAZ721201R1033	0.130
3.10 ... 4.20	20.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-4.2	1SAZ721201R1035	0.130
4.20 ... 5.70	20.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-5.7	1SAZ721201R1038	0.130
5.70 ... 7.60	35.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-7.6	1SAZ721201R1040	0.130
7.60 ... 10.0	35.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-10	1SAZ721201R1043	0.130
10.0 ... 13.0	40.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-13	1SAZ721201R1045	0.130
13.0 ... 16.0	40.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-16	1SAZ721201R1047	0.130
16.0 ... 20.0	63.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-20	1SAZ721201R1049	0.145
20.0 ... 24.0	63.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-24	1SAZ721201R1051	0.145
24.0 ... 29.0	63.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-29	1SAZ721201R1052	0.145
29.0 ... 35.0	80.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-35	1SAZ721201R1053	0.145
35.0 ... 38.0/40.0	80.0 A, fusible tipo gG	10	TF42-38	1SAZ721201R1055	0.145

Detalles de pedido accesorios

Adecuado para	Descripción	Tipo	Código de pedido	Peso (1 pieza) kg
TF42	Kit de montaje único	DB42	1SAZ701902R0001	0.087
TF42	Botón pulsador de reinicio*	KPR-101L	1SFA616162R1014	0.027

*Nota: para más información consulte el catálogo 1SFC151004C0201

Dimensiones principales mm, pulgadas



TF42

TF65 Relés térmicos de sobrecarga – 22.0 a 67.0 A

Detalles de pedido



TF65



DB65



DB65 + TF65

Descripción

Los relés térmicos de sobrecarga TF65 son dispositivos de protección electromecánica económicos para el circuito principal. Ofrecen una protección fiable a los motores en caso de sobrecarga o fallo de fase. Los dispositivos tienen clase de disparo 10.

Los relés térmicos de sobrecarga son relés de tres polos con elementos bimetalicos de desconexión. La corriente del motor circula a través de los elementos bimetalicos de desconexión y los calienta directa e indirectamente. En caso de sobrecarga (por corriente), los elementos bimetalicos se doblan debido al calor. Esto causa la liberación del relé y un cambio en la posición de conmutación de los contactos (95-96 / 97-98).

- Rearme manual o automático seleccionable
- Sensibilidad a la pérdida de fase, según IEC/EN 60947-4-1
- Función de prueba y de parada: indicación de desconexión en la parte frontal
- Compensación de temperatura
- Adecuado para aplicaciones trifásicas y monofásicas
- Con certificación ATEX ¹⁾

Detalles de pedido

Rango de configuración	Dispositivo de protección contra cortocircuitos	Clase de disparo	Tipo	Código de pedido	Peso (1 pieza)
A					kg
22.0 ... 28.0	80 A, fusibles tipo gG	10	TF65-28	1SAZ811201R1001	0.456
25.0 ... 33.0	80 A, fusibles tipo gG	10	TF65-33	1SAZ811201R1002	0.456
30.0 ... 40.0	100 A, fusibles tipo gG	10	TF65-40	1SAZ811201R1003	0.456
36.0 ... 47.0	125 A, fusibles tipo gG	10	TF65-47	1SAZ811201R1004	0.456
44.0 ... 53.0	125 A, fusibles tipo gG	10	TF65-53	1SAZ811201R1005	0.456
50.0 ... 60.0	125 A, fusibles tipo gG	10	TF65-60	1SAZ811201R1006	0.466
57.0 ... 67.0	160 A, fusibles tipo gG	10	TF65-67	1SAZ811201R1007	0.466

Detalles de pedido accesorios

Adecuado para	Descripción	Tipo	Código de pedido	Peso (1 pieza)
TF65	Kit de montaje único	DB65	1SAZ801901R1001	0.132
TF65	Botón pulsador de reinicio ²⁾	KPR-101L	1SFA616162R1014	0.027

¹⁾ ATEX es válido para los productos fabricados después de la semana 26 de 2015

²⁾ Nota: para más información consulte el catálogo 1SFC151004C0201

A.28. Porcentaje % de descarte de la muestra de incubaciones durante el primer semestre del año 2017

N° Incubación	% Descarte						
1	1.39%	29	1.33%	57	1.36%	85	1.51%
2	1.41%	30	1.45%	58	1.20%	86	1.50%
3	1.55%	31	1.28%	59	1.35%	87	1.41%
4	1.21%	32	1.31%	60	1.31%	88	1.54%
5	1.32%	33	1.45%	61	1.29%	89	1.45%
6	1.42%	34	1.35%	62	1.19%	90	1.45%
7	1.25%	35	1.20%	63	1.19%	91	1.23%
8	1.55%	36	1.39%	64	1.21%	92	1.23%
9	1.22%	37	1.34%	65	1.38%	93	1.45%
10	1.49%	38	1.20%	66	1.34%	94	1.47%
11	1.43%	39	1.27%	67	1.44%	95	1.34%
12	1.48%	40	1.54%	68	1.43%	96	1.39%
13	1.55%	41	1.31%	69	1.46%	97	1.32%
14	1.24%	42	1.55%	70	1.41%	98	1.24%
15	1.35%	43	1.29%	71	1.43%	99	1.23%
16	1.41%	44	1.24%	72	1.50%	100	1.51%
17	1.42%	45	1.45%	73	1.29%	101	1.37%
18	1.20%	46	1.32%	74	1.24%	102	1.19%
19	1.30%	47	1.23%	75	1.20%	103	1.49%
20	1.50%	48	1.32%	76	1.28%	104	1.38%
21	1.38%	49	1.36%	77	1.34%	105	1.40%
22	1.24%	50	1.36%	78	1.41%	106	1.34%
23	1.40%	51	1.28%	79	1.47%	107	1.27%
24	1.36%	52	1.36%	80	1.23%	108	1.34%
25	1.42%	53	1.44%	81	1.27%		
26	1.45%	54	1.35%	82	1.48%		
27	1.20%	55	1.36%	83	1.50%		
28	1.37%	56	1.35%	84	1.48%		

A.29. Presión de agua en bar de la muestra de incubaciones realizadas durante el primer semestre del año 2017

N° INC.	DÍA DE INCUBACIÓN																			Prom.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	2.7	2.8	2.6	3.0	2.9	3.0	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	3.0	2.6	2.8	2.9	2.7	2.5	2.9	2.8	2.8
2	2.6	2.5	2.8	3.0	2.5	3.0	2.6	2.9	2.7	2.8	3.0	2.7	3.0	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6	3.0	2.7
3	2.6	2.8	2.6	2.7	3.0	2.9	2.7	3.0	2.5	3.0	2.6	2.5	3.0	2.6	2.5	2.5	2.7	2.6	2.8	2.7
4	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.6	2.7	2.7	2.9	2.6	2.7	2.9	2.6	2.7	2.8
5	2.6	2.5	2.8	2.5	2.9	2.5	2.7	2.7	2.6	2.8	2.8	2.7	2.8	2.5	2.5	3.0	2.7	3.0	2.6	2.7
6	3.0	2.9	2.8	2.8	2.6	2.5	3.0	2.9	2.8	3.0	2.5	2.9	2.8	3.0	2.8	2.7	2.5	2.8	2.5	2.8
7	2.7	2.8	3.0	3.0	2.9	2.5	2.6	2.7	2.7	3.0	2.9	2.5	3.0	3.0	2.9	3.0	2.5	2.9	2.9	2.8
8	2.5	2.5	2.9	2.6	2.5	2.6	2.9	2.5	2.6	2.8	2.9	2.6	2.6	2.5	2.5	2.9	3.0	2.7	3.0	2.7
9	2.8	3.0	2.6	2.6	2.8	2.5	2.6	2.7	3.0	2.8	2.6	3.0	2.6	2.5	2.9	2.6	2.9	2.8	2.6	2.7
10	2.5	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	2.8	2.7	3.0	2.8	2.6	3.0	2.9	3.0	2.7	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8
11	3.0	2.5	2.8	2.8	2.6	2.5	2.7	3.0	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	3.0	2.6	2.9	2.6	2.6	3.0	2.7
12	2.9	3.0	2.8	2.7	2.7	3.0	2.5	2.6	2.9	2.5	2.7	2.8	2.5	2.5	2.8	2.7	2.9	2.6	2.6	2.7
13	2.8	2.6	2.5	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.5	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	2.8	2.6	2.9	2.8	2.8	2.8
14	2.5	2.7	2.6	2.9	2.6	2.5	2.5	3.0	2.8	2.6	2.6	2.8	2.7	3.0	2.5	2.7	2.7	2.5	2.6	2.7
15	2.9	2.7	3.0	2.6	2.9	3.0	2.5	3.0	2.9	2.5	2.6	2.8	2.7	2.7	2.9	3.0	2.9	2.5	2.8	2.8
16	2.8	2.9	2.7	2.7	2.8	2.9	2.6	2.7	2.7	2.7	2.5	2.7	2.7	2.8	2.7	2.9	3.0	2.7	2.9	2.8
17	2.7	2.8	2.9	3.0	2.8	2.7	3.0	2.8	2.9	2.6	2.6	2.8	2.6	3.0	2.6	3.0	2.7	2.9	2.8	2.8
18	2.6	2.9	2.7	2.8	3.0	2.9	2.6	2.6	2.6	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	3.0	3.0	2.7	2.6	2.8	2.8
19	2.6	2.6	2.7	2.6	2.8	3.0	2.6	2.9	2.5	2.7	2.6	2.9	2.8	2.7	3.0	2.7	2.5	2.8	2.5	2.7
20	2.8	2.7	3.0	2.6	3.0	3.0	2.6	2.8	3.0	2.8	2.8	2.7	2.9	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.5	2.8
21	2.9	2.6	2.6	2.6	2.8	2.8	3.0	2.7	2.8	2.8	2.9	2.5	2.7	2.7	2.9	2.9	2.6	2.8	3.0	2.8
22	2.8	2.5	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0	2.6	2.6	2.8	2.5	2.6	2.8	3.0	3.0	3.0	2.7	2.6	2.8	2.8
23	2.8	3.0	2.9	2.6	2.6	2.7	2.9	2.5	2.5	2.5	2.8	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.9	2.9	2.7	2.7
24	2.8	2.7	2.9	2.7	2.9	2.5	2.9	3.0	2.9	2.9	2.8	2.7	3.0	2.6	2.8	2.5	2.9	2.7	2.5	2.8
25	2.6	3.0	3.0	2.8	3.0	2.9	2.5	2.5	2.8	2.5	2.8	2.5	2.9	3.0	2.6	2.6	2.9	3.0	3.0	2.8
26	2.5	2.6	2.5	2.6	2.9	2.6	2.8	2.7	3.0	3.0	3.0	2.8	2.5	2.6	2.5	2.6	2.8	2.5	2.9	2.7
27	2.9	2.7	2.5	2.9	2.8	2.8	2.5	2.6	2.7	2.5	2.5	2.8	2.5	2.5	3.0	2.5	2.8	2.6	3.0	2.7
28	2.7	2.8	2.8	2.7	2.9	2.5	2.5	2.7	3.0	2.6	2.8	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	2.9	2.9	2.6	2.8
29	3.0	3.0	3.0	2.9	2.6	2.6	2.7	2.8	2.5	3.0	2.9	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.5	3.0	2.5	2.7
30	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	3.0	2.7	2.6	2.6	2.7	2.8	2.6	2.8	2.6	3.0	2.6	2.8	3.0	2.7
31	2.9	3.0	3.0	2.5	2.6	2.6	2.6	2.9	2.8	2.8	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	2.8	2.9	2.7	3.0	2.8
32	2.5	2.8	2.6	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.5	2.6	2.9	2.5	2.5	3.0	3.0	2.9	2.8	3.0	2.9	2.7
33	2.7	3.0	2.5	2.9	2.5	3.0	2.9	2.6	2.6	2.9	2.7	2.7	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	2.8	2.5	2.8
34	2.8	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	2.9	2.5	2.7	3.0	2.8	2.5	3.0	2.7	2.5	2.9	2.5	3.0	2.8	2.7
35	2.7	2.7	3.0	2.9	2.5	2.5	2.9	2.6	2.9	2.9	2.8	3.0	2.8	2.7	2.9	2.7	2.6	2.8	3.0	2.8
36	2.9	2.7	2.9	3.0	2.8	2.9	3.0	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.7	3.0	2.5	2.7	2.7	2.9	2.6	2.8
37	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	2.5	2.7	2.5	2.7	2.8	3.0	2.6	2.9	2.9	2.8	3.0	2.5	3.0	2.5	2.8
38	2.7	2.8	2.9	2.6	2.7	2.7	2.6	3.0	3.0	3.0	2.8	2.7	2.7	3.0	2.9	3.0	3.0	2.8	2.7	2.8
39	2.8	2.5	2.6	2.5	2.8	2.9	3.0	2.8	2.6	2.5	2.5	2.8	2.5	2.8	2.7	3.0	2.6	2.9	2.7	2.7
40	3.0	2.5	2.5	2.9	2.9	3.0	2.5	3.0	2.8	2.9	2.9	2.5	3.0	2.5	2.9	2.8	3.0	2.7	2.6	2.8
41	2.9	2.9	2.8	2.5	2.8	2.6	2.7	3.0	2.9	2.6	3.0	3.0	3.0	2.9	2.6	2.7	2.7	2.6	2.5	2.8

42	2.9	3.0	3.0	2.5	2.6	2.7	2.9	2.9	2.5	2.5	2.6	2.9	2.9	2.8	2.6	2.8	2.9	2.9	2.6	2.8
43	2.5	2.6	2.7	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.5	2.5	2.7	2.8	3.0	3.0	2.9	2.7	2.8	2.8
44	2.6	2.5	3.0	2.8	2.8	2.7	3.0	2.5	2.7	2.9	2.6	2.8	2.8	2.7	2.7	2.9	2.9	2.8	2.7	2.8
45	2.8	2.5	2.9	2.8	2.6	2.9	2.9	2.6	2.9	2.9	2.6	2.5	2.8	2.5	2.8	2.5	2.5	2.8	2.7	2.7
46	2.8	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	2.7	3.0	2.8	2.7	2.9	2.8	3.0	3.0	2.6	3.0	2.6	3.0	2.8	2.8
47	2.5	2.6	2.8	2.7	2.5	2.6	2.6	2.5	3.0	2.7	2.9	2.6	2.8	3.0	2.5	2.8	3.0	2.7	2.8	2.7
48	2.9	2.8	2.5	2.7	2.5	2.8	2.8	2.6	2.7	2.7	2.5	2.6	2.5	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5	2.7	2.7
49	2.7	2.9	2.6	2.7	2.8	2.6	2.5	2.9	2.9	2.5	2.8	2.9	2.8	3.0	2.7	2.7	2.5	3.0	3.0	2.8
50	2.7	2.5	2.5	2.9	3.0	3.0	2.6	2.8	2.7	3.0	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.9	2.7	2.8
51	2.6	2.5	2.7	2.8	2.5	2.7	2.8	2.8	2.5	2.6	2.9	3.0	2.6	2.5	2.6	2.8	2.5	2.7	2.7	2.7
52	2.9	2.5	2.7	2.6	2.7	2.9	2.8	2.8	2.6	2.9	2.9	2.5	2.5	2.7	2.7	2.6	2.9	3.0	2.6	2.7
53	3.0	3.0	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	3.0	2.9	2.6	2.5	2.7	2.5	2.6	2.7	3.0	2.8	2.8
54	2.6	2.6	2.7	2.8	2.5	2.7	3.0	2.6	2.8	2.6	2.5	2.6	3.0	3.0	2.7	2.5	2.7	2.7	3.0	2.7
55	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	3.0	2.8	3.0	2.8	2.8	2.6	3.0	2.9	2.7	2.9	2.7	2.9	2.6	2.7
56	2.5	2.5	3.0	2.6	2.6	2.8	2.7	2.6	2.5	2.9	2.9	2.7	2.7	2.8	2.8	2.7	2.5	3.0	3.0	2.7
57	2.5	2.7	2.7	2.7	2.9	2.5	2.5	2.5	2.6	3.0	3.0	3.0	2.9	2.7	2.7	2.6	2.8	2.5	2.9	2.7
58	2.5	2.6	2.7	2.6	2.9	2.6	2.9	2.9	2.9	2.8	2.6	2.6	2.9	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.8	2.7
59	2.6	2.5	3.0	3.0	2.9	2.5	2.9	2.5	2.6	2.9	2.7	2.7	3.0	2.7	3.0	2.7	2.8	2.5	2.5	2.7
60	2.8	2.9	2.5	2.7	2.7	2.5	2.8	2.6	2.6	3.0	2.7	3.0	2.9	2.8	2.7	3.0	3.0	3.0	2.9	2.8
61	3.0	2.9	3.0	2.8	2.6	3.0	2.6	3.0	2.6	2.9	2.7	2.8	2.8	2.6	2.6	2.6	3.0	2.5	3.0	2.8
62	2.5	2.6	3.0	3.0	3.0	2.9	2.5	2.7	2.8	3.0	2.5	2.7	2.8	2.7	3.0	2.5	2.7	2.8	2.5	2.7
63	2.8	2.7	2.7	2.7	2.5	2.7	2.5	2.5	2.9	2.8	2.9	2.5	2.6	2.7	2.9	2.6	2.8	2.9	2.7	2.7
64	2.8	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	3.0	2.5	2.5	3.0	2.8	2.8	3.0	2.5	2.6	2.6	2.8
65	2.6	2.8	2.8	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.8	2.7	3.0	2.9	2.6	2.5	2.5	3.0	2.9	3.0	2.9	2.8
66	2.7	3.0	2.9	2.6	3.0	2.5	2.9	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	3.0	2.9	2.8
67	2.7	2.6	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.6	2.5	2.5	2.8	2.5	3.0	3.0	3.0	2.8	2.7	2.7	2.7	2.8
68	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.6	2.9	2.8	2.9	2.7	2.5	3.0	2.9	2.7	2.6	2.8	2.7	3.0	2.7	2.8
69	2.9	2.8	2.6	2.6	2.8	2.8	2.9	2.5	2.7	2.7	2.5	2.9	2.6	2.7	3.0	2.9	2.8	2.7	2.9	2.8
70	2.5	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.7	2.5	2.8	2.7	2.8	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0	2.9	3.0	2.8	2.8
71	2.7	2.6	2.7	3.0	3.0	2.7	2.6	2.8	2.8	2.9	3.0	2.7	3.0	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	2.6	2.8
72	2.9	2.7	3.0	2.8	2.5	2.9	3.0	2.6	2.5	2.6	2.7	3.0	2.6	2.7	2.9	2.9	2.7	2.6	2.7	2.8
73	2.5	2.7	2.9	2.7	2.9	2.8	2.8	2.7	2.9	2.7	2.8	2.7	2.6	3.0	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	2.8
74	2.6	3.0	2.7	3.0	2.9	2.7	2.5	2.7	2.7	2.8	2.5	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.5	2.7	2.7
75	2.8	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	2.5	3.0	2.7	2.6	2.6	2.5	2.7	2.6	2.6	2.8	2.8	2.5	2.5	2.7
76	2.7	2.9	2.7	3.0	2.9	2.5	2.8	2.7	2.9	2.9	2.5	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.7
77	2.7	2.7	2.8	3.0	2.9	2.6	3.0	2.8	3.0	2.7	3.0	2.5	2.9	2.7	2.8	2.6	2.7	2.5	2.8	2.8
78	2.6	2.6	2.7	2.6	2.9	2.5	2.9	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6	3.0	2.7	2.7	2.7	2.8	2.6	2.7
79	2.6	2.7	2.5	2.7	2.9	2.6	2.8	3.0	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8	2.5	2.8	2.8	3.0	2.6	2.5	2.7
80	2.9	2.5	2.5	2.8	2.5	2.5	3.0	2.5	2.6	2.9	2.9	2.6	2.6	3.0	2.9	2.5	2.7	2.7	2.5	2.7
81	2.8	2.7	2.5	2.8	2.8	2.5	2.7	2.7	2.5	3.0	2.5	2.5	2.8	2.5	3.0	2.7	2.8	2.9	2.9	2.7
82	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.6	3.0	2.5	2.6	3.0	2.9	3.0	2.7	2.7	2.8	3.0	2.6	2.8
83	2.8	2.6	2.5	2.9	2.8	2.6	2.9	2.9	2.9	2.7	2.6	2.6	2.7	3.0	2.9	2.8	2.6	2.6	2.8	2.7
84	2.7	3.0	2.8	2.6	2.7	2.6	3.0	2.5	2.7	3.0	2.5	2.5	2.8	2.7	2.8	2.9	2.8	2.6	3.0	2.7
85	3.0	2.6	2.7	2.6	2.6	2.9	2.5	2.6	2.9	3.0	2.5	2.8	2.6	2.6	2.7	2.5	2.5	2.5	2.6	2.7
86	2.6	2.7	2.5	2.6	2.5	2.9	2.7	2.6	2.5	3.0	3.0	2.8	2.6	2.8	2.7	2.9	2.5	2.6	2.7	2.7
87	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	3.0	2.8	2.6	2.5	2.6	2.7	2.8	2.7	2.5	2.6	2.9	3.0	2.8	2.8

88	2.8	2.9	2.5	2.7	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	2.6	2.8	2.8	2.6	2.9	2.7	2.6	2.7	3.0	3.0	2.8
89	2.9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.8	2.7	3.0	2.6	3.0	3.0	2.6	3.0	2.6	2.7	2.8	2.8	2.7
90	3.0	3.0	2.9	2.8	2.5	2.9	3.0	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.8	2.7	2.9	3.0	2.7
91	2.9	2.6	2.7	2.6	2.7	3.0	2.9	2.8	3.0	2.9	3.0	2.9	2.5	2.5	3.0	2.8	2.5	2.8	2.8	2.8
92	3.0	3.0	2.7	3.0	2.6	2.7	2.8	2.7	3.0	2.9	2.6	2.7	2.8	2.7	2.9	2.6	2.9	2.6	3.0	2.8
93	2.9	2.9	2.8	3.0	2.6	2.8	2.6	2.5	2.5	2.7	2.5	2.5	2.6	2.8	2.9	2.5	2.6	2.9	2.9	2.7
94	3.0	2.7	2.5	2.6	2.5	2.7	2.7	2.5	2.8	2.8	2.6	2.6	2.5	2.7	2.7	2.5	2.6	2.5	2.5	2.63
95	2.6	3.0	2.9	2.7	2.9	2.8	2.9	2.5	2.6	2.6	2.8	3.0	2.7	2.7	2.9	2.7	3.0	2.7	2.9	2.78
96	2.7	2.6	2.7	2.7	2.5	2.9	2.6	2.9	2.9	2.7	2.8	2.5	2.7	2.9	3.0	2.8	2.9	2.9	2.9	2.77
97	2.8	2.9	2.6	2.7	2.6	2.9	2.6	2.8	2.5	2.8	2.6	2.5	2.6	2.6	2.8	2.9	2.6	2.8	3.0	2.72
98	2.5	3.0	2.9	2.7	2.7	2.9	2.8	2.9	2.9	3.0	2.5	2.8	2.9	2.7	2.7	3.0	2.9	2.5	2.8	2.79
99	3.0	3.0	3.0	2.6	2.9	2.5	2.9	2.8	2.5	2.5	2.7	2.5	2.9	2.7	2.8	2.5	2.7	2.8	3.0	2.75
100	3.0	2.9	2.7	3.0	2.6	2.8	2.6	2.6	2.8	2.5	2.5	2.9	2.6	3.0	2.7	2.8	2.6	2.5	2.7	2.73
101	2.5	2.9	2.7	2.8	3.0	2.7	2.9	2.7	3.0	2.7	2.5	2.7	2.5	2.8	2.7	2.7	2.8	2.6	2.8	2.74
102	2.7	3.0	3.0	2.7	2.6	3.0	2.8	2.5	2.9	2.6	2.5	3.0	2.6	3.0	2.5	3.0	2.8	2.6	2.9	2.77
103	3.0	2.9	2.7	2.7	2.5	2.7	2.9	2.9	3.0	2.5	2.5	2.6	2.6	2.5	2.7	2.9	2.8	3.0	2.6	2.74
104	3.0	2.9	2.9	2.8	2.5	2.9	2.6	2.8	2.5	2.6	3.0	2.8	2.9	3.0	2.9	3.0	2.7	2.5	2.8	2.79
105	2.7	3.0	2.7	2.5	3.0	2.6	2.7	3.0	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.5	3.0	2.6	2.5	2.5	2.76
106	2.8	2.9	3.0	3.0	2.6	2.9	2.7	2.9	2.8	2.7	2.7	3.0	2.6	2.8	2.9	2.6	2.7	2.8	3.0	2.81
107	2.6	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.7	2.8	2.5	2.8	2.8	3.0	3.0	2.8	3.0	2.9	3.0	3.0	2.7	2.86
108	2.6	3.0	2.8	2.6	3.0	3.0	2.6	3.0	2.9	2.8	2.6	2.5	2.5	2.5	3.0	2.8	2.9	2.6	2.8	2.76

A.30. Porcentaje % de descarte de la muestra de incubaciones durante el segundo semestre del año 2017

N° Incubación	% Descarte						
109	0.94%	137	0.93%	165	0.95%	193	0.97%
110	0.92%	138	1.00%	166	0.91%	194	0.95%
111	0.92%	139	0.90%	167	0.93%	195	0.95%
112	0.98%	140	1.00%	168	1.00%	196	0.95%
113	0.94%	141	0.98%	169	0.90%	197	0.89%
114	0.93%	142	0.89%	170	0.89%	198	1.00%
115	0.88%	143	0.98%	171	0.99%	199	0.93%
116	0.94%	144	0.88%	172	0.88%	200	0.99%
117	0.95%	145	0.88%	173	0.92%	201	0.95%
118	0.94%	146	0.96%	174	0.90%	202	0.99%
119	0.89%	147	0.99%	175	0.99%	203	0.98%
120	0.99%	148	0.92%	176	0.97%	204	0.99%
121	0.93%	149	0.89%	177	0.96%	205	0.94%
122	0.93%	150	0.95%	178	1.00%	206	0.88%
123	0.97%	151	0.89%	179	0.94%	207	0.88%
124	0.95%	152	0.92%	180	0.92%	208	1.00%
125	0.90%	153	0.94%	181	1.00%	209	0.92%
126	0.93%	154	0.95%	182	0.92%	210	0.88%
127	1.00%	155	0.96%	183	0.97%	211	0.94%
128	0.92%	156	0.99%	184	0.92%	212	0.95%
129	0.96%	157	0.98%	185	0.96%		
130	0.96%	158	0.98%	186	0.96%		
131	1.00%	159	0.90%	187	1.00%		
132	0.92%	160	0.88%	188	0.91%		
133	0.96%	161	0.93%	189	0.99%		
134	0.98%	162	0.90%	190	0.92%		
135	0.93%	163	0.90%	191	0.99%		
136	0.99%	164	0.90%	192	0.97%		

A.31. Presión de agua en bar de la muestra de incubaciones realizadas durante el segundo semestre del año 2017

N° Inc.	Día de Incubación																		Prom.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19
109	3	2.9	3	3	3	2.9	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	2.96
110	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.94
111	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.94
112	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3	3	3	3	3	3	3	3	2.9	3	3	3	3	2.98
113	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.94
114	3	3	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.95
115	3	3	2.9	3	3	3	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.95
116	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.94
117	3	2.9	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.94
118	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.94
119	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	2.94
120	3	3	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.97
121	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3	2.94
122	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.95
123	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3	3	2.95
124	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.95
125	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.94
126	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.95
127	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3.9	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.94
128	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	3.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.95
129	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3.9	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.93
130	2.9	3	3	3	3	3	3	3	3	2.9	2.9	3	3.9	3	2.9	3	3	2.9	3	3.02
131	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3.9	3	2.9	3	3	3	3	3.01
132	2.9	3	3	2.9	3	3	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3.00
133	2.9	3.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3.03
134	2.9	3.9	3	3	3	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3.05
135	3	3.9	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3.9	2.9	3	2.9	3	3	3	3.06
136	3	3.9	3	3	3	3	3	2.9	3	3	3	3	3.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.07
137	2.9	3.9	3	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	3.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3.05
138	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	3.79
139	3	3.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3.05
140	2.9	3.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3.01
141	2.9	3.9	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.9	3	3	2.9	3	3	2.9	3.05
142	2.9	3.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3.9	3	3	2.9	3.9	2.9	2.9	3.08
143	3	3.9	2.9	3	3	3	3	2.9	3	3	2.9	3	3.9	3	2.9	2.9	3.9	3	3	3.11
144	3	3.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.9	2.9	3	3	3.9	3	2.9	3.09
145	2.9	2.9	3	3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	3.57
146	3	2.9	3	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	3	3.58
147	2.9	3	2.9	3	3	3	3	2.9	3.9	3.9	2.9	2.9	3.9	3	3	3	3.9	3	3	3.16
148	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3.9	3.9	2.9	2.9	3.9	3	3	3	3.9	3	2.9	3.14

149	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3.9	3.9	3	2.9	3.9	2.9	3	3	3.9	3	3	3.15
150	3	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3.9	3.9	3	3	3.9	2.9	3	3	3.9	2.9	2.9	3.15
151	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3	2.9	3.9	3.9	3	2.9	3.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	3.09
152	3	2.9	3	3	3	2.9	3	2.9	3.9	3.9	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3.06	
153	3	2.9	2.9	3.9	2.9	3	3	2.9	3.9	3.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3.09
154	2.9	2.9	3	3.9	2.9	3	3	2.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3.09
155	3	3	2.9	3.9	2.9	3	3	3	3.9	3.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3.10
156	2.9	2.9	2.9	3.9	2.9	3	2.9	3	3.9	3.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3.09
157	3	3	3	3.9	2.9	3	2.9	3	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9	3	3	3	3	2.9	2.9	3.10
158	3	2.9	3	3.9	2.9	2.9	2.9	3	3.9	3.9	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	3.10
159	2.9	3	2.9	3.9	2.9	2.9	2.9	3	3.9	3.9	3	2.9	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	3.09
160	3	2.9	2.9	3.9	2.9	3	2.9	3	3.9	3.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3.09
161	2.9	3	2.9	3.9	2.9	3	2.9	3	3.9	3.9	3	2.9	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3.09
162	2.9	3	2.9	3.9	3	2.9	2.9	2.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3.08
163	2.9	3	2.9	3.9	2.9	3	3	2.9	3.9	3.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	3.10
164	2.9	2.9	3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	3	2.9	3	3	3.49
165	3	2.9	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3.49
166	3	3	2.9	3.9	3	3	2.9	2.9	3.9	3.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3.10
167	2.9	3	3	3.9	3	2.9	2.9	2.9	3.9	3.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3.09
168	2.9	3	3	3.9	2.9	3	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.99
169	3	3	2.9	3.9	3	2.9	2.9	3	3	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3.00
170	3	3	2.9	2.9	3	3	3	3	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9	3	2.97
171	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.95
172	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	2.94
173	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.95
174	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.94
175	2.9	2.9	2.9	3	3	3	3	3	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.95
176	3	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.94
177	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.95
178	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.95
179	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.95
180	3	2.9	2.9	3	2.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.43
181	2.9	3	3	3	3	2.9	3	3	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3	3	2.97
182	3	2.9	3	2.9	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	2.94
183	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	3	3	2.9	2.94
184	3	2.9	3	3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3	3	3	3	3.50
185	3	2.9	2.9	3	3.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3	2.9	3.00
186	2.9	2.9	3	2.9	3.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3	3.00
187	3	3	2.9	3	3.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3.00
188	3	3	3	2.9	3.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3.00
189	2.9	2.9	3	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9	3.52
190	2.9	2.9	2.9	2.9	3.9	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.99
191	2.9	2.9	2.9	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3	3.62
192	3	3	2.9	3	3.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3.00
193	3	3	3	3	3.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	3.01
194	3	3	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	3	2.9	3	2.9	2.95

195	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.94
196	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	3	3	2.9	3.21
197	3	2.9	3	3	2.9	3	3	3	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3	3	3	2.9	3	3.22
198	2.9	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3	2.9	2.9	3	3	3.21
199	3	2.9	3	3	3	3	3	3	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3	3	2.9	3	3	3.22
200	3	2.9	3	3	2.9	2.9	3	3	3	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	2.9	3	3	2.9	3	3.21
201	3	2.9	3	2.9	2.9	3	3	3	3	3.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3	2.9	2.9	3.04
202	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	3	2.9	3	3.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	3	2.9	3.03
203	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	3	2.9	3.03
204	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3	2.9	2.9	3	2.9	3.19
205	2.9	2.9	3	3	3	3	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.94
206	3.8	3.8	3.8	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3	3	3	3	3	3.07
207	3.8	3.8	3.8	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.08
208	3.8	3.8	3.8	3	2.9	3	3	3	3	3	3	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	3.11
209	3.8	3.8	3.8	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.08
210	3.8	3.8	3.8	3	2.9	3	3	3	3	3	3	3	2.9	3	3	2.9	3	2.9	3	3.11
211	3.8	3.8	3.8	2.9	2.9	2.9	3	2.9	3	3	3	3	3	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3.08
212	3.5	3.5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3	3	3	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.8	2.9	2.9	3.12

A.32. Instrumento: Cuestionario de entrevista

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

Proyecto: "Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo BB, Empresa Técnica Avícola"

Tesista: Chempén Torres Edwin Abelardo.

Lugar: Instalaciones de la Empresa Técnica Avícola, Av. Gonzalo Ugás N° 29 Pacasmayo, La Libertad, Perú.

Fecha: Marzo 2017

Nota: Leer bien las instrucciones y marcar con un aspa la respuesta que considera correcta.

1. ¿Considera que es indispensable realizar un estudio para mejorar el proceso de incubación de pollo BB?

Si No

2. ¿Considera usted que mediante el redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua se logrará reducir el porcentaje de descarte de pollo BB?

Si No

3. ¿Considera que el sistema de abastecimiento de agua a las incubadoras funciona adecuadamente?

Si No

4. Si la respuesta a la pregunta anterior fue "No" ¿Cuál de las siguientes alternativas cree que es la causa del mal funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua? Puede marcar más de una opción a la vez.

(a) La caída de presión debido al estado interno actual de las tuberías y accesorios.

(b) El diámetro de las tuberías no es el adecuado.

(c) La potencia de las bombas hidráulicas no logra abastecer la demanda de agua a las incubadoras.

(d) El estado del actual tanque hidroneumático.

(e) Otras causas.

Especifique: _____


LUIS A. CAÑERO NUÑEZ
Ing. Mecánico Electricista
Reg. CIP. 71887

5. ¿Recomendaría realizar un análisis del sistema de flujo de aire dentro de las incubadoras, en miras de mejorar aún más la eficiencia del proceso de incubación?

Si

No

6. ¿Se recomienda elaborar planos eléctricos e hidráulicos del actual sistema de abastecimiento de agua?

7. Si

No



LUIS A. CALERO NUÑEZ
Ing. Mecánico Electricista
Reg. CIP. 71887

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

Calero Núñez Luis Alberto

- Profesión:

Ingeniero Mecánico Electricista

- Grado académico:

Ingeniero

- Actividad laboral actual:

Jefe Area Planeamiento Electronorte



LUIS A. CALERO NUÑEZ
Ing. Mecánico Electricista
Reg. CIP. 71887

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un cuestionario de entrevista, perteneciente a la tesis titulada "Redimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua para mejorar el proceso de incubación de pollo bb, Empresa Técnica Avícola"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Es necesario conocer el proceso y funcionamiento del
proceso de incubación, con el fin de plantear mejoras

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Porque se trata de preguntas directamente relacionados
con el tema en investigación

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Las preguntas son claras sobre el tema.



LUIS A. CALERO NUÑEZ
Ing. Mecánico Electricista
Reg. C.I.P. 71887

4. Califique los ítems según criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			—
2	X			X			—
3	X			X			—
4	X			X			—
5	X			X			—
6	X			X			—

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



LUIS A. CALERO NUÑEZ
 Ing. Mecánico Electricista
 Reg. CIP. 71887

Firma del Experto

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	2	3	4	5
Ninguno	Poco	Regular	Alto	Muy alto

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIO		
	ALTO	MEDIO	BAJO
	(A)	(M)	(B)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		X	
b) Experiencia como profesional. (EP)		X	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			X
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	

LUIS A. CALERO NUÑEZ
Ing. Mecánico Electricista
Reg. CIP. 71887

Firma del entrevistado

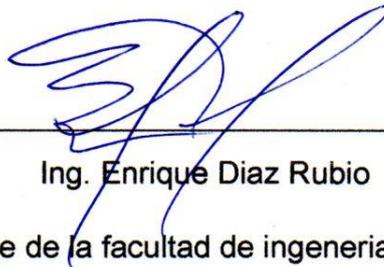
RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

Yo, Ing. Enrique Díaz Rubio , docente de la Facultad de Ingeniería de UCV – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: “Redimensionamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua para mejorar el Proceso de incubación de Pollo BB, Empresa Técnica Avícola” del bachiller de Ingeniería mecánica:

Edwin Abelardo Chempen Torres

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 14 de Setiembre de 2018



Ing. Enrique Díaz Rubio

Docente de la facultad de ingeniería de UCV



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 07
Fecha : 31-03-2017
Página : 1 de 1

Yo Chempén Torres Edwin Abelardo identificado con DNI
Nº 43362718 egresada de la Escuela de Ing. Mecánica, de la
Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo () la divulgación y
comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:
"Redimensionamiento del Sistema de Abastecimiento
de Agua para mejorar el Proceso de Inubación
de Pollo BB, Empresa Técnica Avícola"

.....;
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo
estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.
33.

Fundamentación en caso de no autorización:

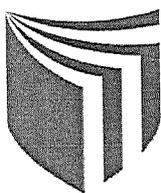
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 43362718

FECHA: 18 de Enero del 2019

laboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
--------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA MECÁNICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CHEMPEN TORRES EDWIN ABELARDO

INFORME TÍTULADO:

RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA MEJORAR EL PROCESO DE
INCUBACIÓN DE POLLO BB, EMPRESA TÉCNICA AVÍCOLA

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO

SUSTENTADO EN FECHA: 03/11/2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN