

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**REDISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE  
DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS UTILIZANDO UN SISTEMA DE  
MEDICIÓN POR PESO PARA LA PLANTA DE  
PRONACA BALANCEADOS PUEMBO.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**DAVID IVÁN RODRÍGUEZ CHANG**

**Email: [davoch86@hotmail.com](mailto:davoch86@hotmail.com)**

**DIRECTOR: ING. FERNANDO JÁCOME**

**Email: [luisfernado.jacome@epn.edu.ec](mailto:luisfernado.jacome@epn.edu.ec)**

**Quito, Noviembre 2011**

## **DECLARACIÓN**

Yo, David Iván Rodríguez Chang, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

David Rodríguez

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por David Rodríguez, bajo mi supervisión.

---

Ing. Fernando Jácome.  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la empresa Pronaca S.A. porque son pocas las industrias que confían a estudiantes e invierten en el desarrollo de proyectos como el que aquí se presenta. Hago un reconocimiento al departamento de mantenimiento y al personal en general que aportaron con ideas y con trabajo para sacar adelante el proyecto.

Quiero hacer un agradecimiento a los profesores de la Escuela Politécnica Nacional, por sus aportes en la formación académica de estudiantes que buscamos forjar una vida profesional.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi madre y sobre todo a mi querida abuela que siempre me apoyo para que culmine el presente trabajo y por quien lo he logrado todo.

## INDICE GENERAL

<b>CAPITULO I</b>	<b>3</b>
<b>GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
<b>1.1 MARCO TEORICO</b>	<b>3</b>
<b>1.2 DEFINICION DE TERMINOS UTILIZADOS EN SISTEMAS DE BOMBEO</b>	<b>4</b>
1.2.1 CARGA	4
1.2.1.1 CARGA ESTATICA	4
1.2.1.2 ALTURA ESTATICA DE SUCCION Y CARGA ESTATICA DE SUCCION	5
1.2.1.3 CARGA ESTATICA DE DESCARGA	6
1.2.1.4 CARGA ESTATICA TOTAL	6
1.2.1.5 CARGA DE FRICCION	6
1.2.1.5.1 PERDIDAS PRIMARIAS	6
1.2.1.5.2 PERDIDAS SECUNDARIAS	8
1.2.1.6 CARGA DE VELOCIDAD	9
1.2.1.7 CARGA NETA DE SUCCION POSITIVA	10
1.2.2. CONDICIONES DE SUCCION	11
1.2.2.1 PRESION DE VAPOR	11
1.2.2.2 PRESION DE BOMBEO	11
1.2.3 CURVAS	12
1.2.3.1. CURVA DE FRICCION DE UN SISTEMA	12
1.2.3.2 CURVA DE CARGA DEL SISTEMA	12
1.2.3.3 CURVA DE ALTURA DE UN SISTEMA SIN ELEVACION	13
1.2.3.4 CURVA DE GRAN ALTURA Y POCA FRICCION DE UN SISTEMA	14
1.2.3.6 CURVA CON CARGA DE GRAVEDAD DE UN SISTEMA	15
1.2.3.5 CURVA DE EFECTO DE DESGASTE DE UNA BOMBA	15
1.2.4 CAVITACION	16
1.2.5 CEBADO	17
1.2.6 POTENCIA	18
1.2.7 EFICIENCIA	18
1.2.8 VISCOSIDAD	19
<b>1.3 SELECCIÓN DE BOMBAS PARA CUALQUIER SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>20</b>

<b>CAPITULO II</b>	<b>24</b>
<b>SISTEMA DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS POR PESO</b>	<b>24</b>
<b>2.1 GENERALIDADES</b>	<b>24</b>
<b>2.2 SISTEMAS DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS POR PESO</b>	<b>24</b>
2.2.1 DEFINICIÓN	24
<b>2.3 BOMBAS</b>	<b>26</b>
2.3.1 BOMBAS ROTATORIAS	26
2.3.1.1 DEFINICION	26
2.3.1.2 CLASIFICACION	27
2.3.1.2.1 BOMBAS DE ENGRANAJES EXTERNOS	27
2.3.1.2.2 BOMBA PERISTALTICA	28
2.3.1.3 CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE BOMBAS ROTATORIAS	28
2.3.2 CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS SELECCIONADAS	29
2.3.2.1 BOMBA ROTATORIA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE 3600	29
2.3.2.1.1 APLICACIONES	30
2.3.2.1.2 MATERIALES	30
2.3.2.1.3 RANGOS	32
2.3.2.2 BOMBA ROTATORIA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE F	32
2.3.2.2.1 APLICACIONES	33
2.3.2.2.2 MATERIALES	33
2.3.2.2.3 RANGOS	35
2.3.2.3 BOMBAS ROTATORIA PERISTALTICAS ALBIN MODELOS ALH32, ALH65.	35
2.3.2.3.1 APLICACIONES	36
2.3.2.3.2 MATERIALES	37
2.3.2.3.3 RANGOS	38
<b>2.4 CONTROLADOR -TERMINAL IND780</b>	<b>38</b>
2.4.1 CARACTERISTICAS DEL CONTROLADOR	38
2.4.2 CARACTERISTICAS DE LA COMUNICACION	39
2.4.3 CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS DE PESAJE ULTRAMOUNT 0972	40
2.4.4 CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS DE PESAJE VLM2	41
<b>2.5 VARIADORES DE FRECUENCIA ALLEN BRADLEY MODELOS POWER FLEX 4 – 40.</b>	<b>42</b>
2.5.1 CARACTERISTICAS DE LOS VARIADOR	42
2.5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS	46

<b>2.6</b>	<b>VALVULAS DE MARIPOSA</b>	<b>47</b>
2.6.1	CARACTERISTICAS DE LAS VALVULAS SERIE 20/21	47
2.6.1.1	APLICACIONES	48
2.6.1.2	MATERIALES	48
2.6.1.3	RANGOS	50
2.6.2	CARACTERISTICAS DEL ACTUADOR SERIE 92/93	50
2.6.2.1	MATERIALES	52
2.6.3	CARACTERISTICAS DE LAS ELECTROVALVULAS NAMUR FESTO MVF3-MOH-5/2-K- 1/4-EX	53
2.6.3.1	APLICACIONES	53
2.6.4	CARACTERISTICAS DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD	54
2.6.4.1	APLICACIONES	55
2.6.4.2	RANGOS	55
<b>CAPITULO III</b>		<b>56</b>
<b>REDISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS POR PESO.</b>		<b>56</b>
<b>3.1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>56</b>
<b>3.2</b>	<b>DESARROLLO DEL PROBLEMA</b>	<b>59</b>
<b>3.3</b>	<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO</b>	<b>64</b>
3.3.1.	TRANSPORTE DE LOS LIQUIDOS DESDE LOS TANQUES DE RESERVORIOS HACIA LOS TANQUES DE PESAJE.	64
3.3.2.	DOSIFICACION Y PESAJE DE LOS LIQUIDOS EN LOS RESPECTIVOS TANQUES.	64
3.3.3.	TRANSPORTE DE LOS LIQUIDOS DESDE LOS TANQUES DE PESAJE HACIA LA MEZCLADORA	65
<b>3.4</b>	<b>REDISEÑO, CÁLCULO Y SELECCION ELECTRONICA Y MECANICA DEL SISTEMA DE DOSIFICACION</b>	<b>65</b>
3.4.1	DEFINICION DE LAS CANTIDADES, TIEMPOS, TOLERANCIAS DE LOS MACROLIQUIDOS Y MICROLIQUIDOS.	65
3.4.2.	DISEÑO E IMPLEMENTACION ELECTRONICA	67
3.4.2.1	AUTOMATIZACION	67
3.4.2.2	MOTORES A SER INSTALADOS.	76
3.4.2.3	CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE ALIMENTACIÓN Y PROTECCIONES A MOTORES.	77
3.4.2.3.1	MOTOR BOMBA DE ALIMET, COLINA, LUCTAMOLD	78



3.4.2.3.2	MOTOR BOMBA ACEITE DE PALMA	80
3.4.2.3.3	MOTOR BOMBA DE MELAZA	82
3.4.2.3.4	MOTOR BOMBA PERISTÁLTICA DE MICRO LÍQUIDOS	83
3.4.2.3.5	MOTOR BOMBA PERISTÁLTICA DE MELAZA	85
3.4.2.3.6	MOTOR BOMBA PERISTÁLTICA DE ACEITES	87
3.4.2.4	CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE ALIMENTACIÓN A EQUIPOS DE CONTROL	89
3.4.2.5	DISTRIBUCION DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE EQUIPOS	92
3.4.2.5.1	CIRCUITOS DE FUERZA	92
3.4.2.5.2	CIRCUITOS DE CONTROL	94
3.4.2.6	PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS	98
3.4.3	DISEÑO E IMPLEMENTACION MECANICA	98
3.4.3.1	DETERMINACION DE CABEZA TOTAL DE LAS BOMBAS	98
3.4.3.1.1	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMA.	103
3.4.3.1.2	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA INPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMA.	108
3.4.3.1.3	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE MELAZA.	111
3.4.3.1.4	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA INPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE MELAZA.	116
3.4.3.1.5	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMISTE.	118
3.4.3.1.6	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA INPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMISTE.	124
3.4.3.1.7	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE ALIMET.	127
3.4.3.1.8	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA INPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE ALIMET.	132
3.4.3.1.9	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE COLINA.	135
3.4.3.1.10	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA INPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE COLINA.	140
3.4.3.1.11	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE LUCTAMOLD.	143
3.4.3.1.12	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA INPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE LUCTAMOLD.	148
3.4.3.1.13	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL DE LA BOMBA PERISTALTICA DE ACEITES	151
3.4.3.1.14	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL DE LA BOMBA PERISTALTICA DE MELAZA.	156
3.4.3.1.15	DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL DE LA BOMBA PERISTALTICA DE MICROLIQUIDOS	161

3.4.3.2 TANQUES DE PESAJE	166
3.4.3.2.1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA AL DISEÑO DE TANQUES.	166
3.4.3.2.2 TANQUES BALANZA	169
3.4.3.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS	177
3.4.3.3.1 SELECCIÓN DE BOMBAS DE ALIMENTACION DE LIQUIDOS A LOS TANQUES DE PESAJE.	177
3.4.3.3.2 SELECCIÓN DE BOMBAS DOSIFICADORAS A LA MEZCLADORA	178
3.4.3.3.3 SELECCIÓN DE VALVULAS	179
<b>CAPITULO IV</b>	<b>181</b>
<b>ANALISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	<b>181</b>
<b>4.1 PRUEBAS ELECTRONICAS</b>	<b>181</b>
4.1.1 CALIBRACION DE MODULOS DE PESAJE.	182
4.1.2 ADQUISICION DE DATOS DEL CONTROLADOR	183
4.1.3 FAMILIARIZACION DE LOS USUARIOS CON LA PANTALLAS DE INTOUCH	184
4.1.4 VERIFICACION DE SEÑALES ELECTRICAS	185
<b>4.2 PRUEBAS MECANICAS</b>	<b>186</b>
4.2.1 CAPACIDAD DE LOS TANQUES	186
4.2.2 TEMPORIZACION DE LLENADO Y VACIADO DE LOS LIQUIDOS	187
<b>4.3 PRUEBAS DEL SISTEMA</b>	<b>188</b>
4.3.1 PRUEBAS DEL MECANISMO	188
4.3.2 PRUEBAS DEL CAUDAL DE TRABAJO	189
4.3.3 PRUEBAS DEL HMI (INTOUCH)	189
4.3.4 PRUEBAS DE EXACTITUD	190
<b>CAPITULO V</b>	<b>194</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>194</b>
<b>5.1 CONCLUSIONES</b>	<b>194</b>
<b>5.2 RECOMENDACIONES</b>	<b>196</b>

## **ANEXOS**

Glosario de términos	Anexo 1
Bombas	Anexo 2
Variadores	Anexo 3
Válvulas	Anexo 4
Controlador	Anexo 5
Sensores	Anexo 6
Tablas y cartas	Anexo 7
Reporte consumo de ingredientes	Anexo 8
Planos	Anexo 9

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 2. 1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN BOMBA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE 3600.	30
CUADRO 2. 2NOMENCLATURA DE LAS BOMBAS ROPER PUMPS SERIES 3611 GHBFVR.	31
CUADRO 2. 3RANGOS DE LAS BOMBAS ROPER PUMPS SERIES 3600.	32
CUADRO 2. 4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN BOMBAS DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIES F.	33
CUADRO 2. 5NOMENCLATURA DE LAS BOMBAS ROPER PUMPS SERIES F	34
CUADRO 2. 6RANGOS DE LAS BOMBAS ROPER PUMPS SERIES F.	35
CUADRO 2. 7MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LAS BOMBAS PERISTÁLTICAS MODELOS ALH32, ALH65	37
CUADRO 2. 8RANGOS DE CAUDAL PARA LAS BOMBAS ALBIN.	38
CUADRO 2. 9 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA LAS VÁLVULAS SERIES 20/21.	49
CUADRO 2. 10 RANGOS DE PRESIÓN PARA LAS VÁLVULAS SERIES 20/21.	50
CUADRO 2. 11 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA LOS ACTUADORES SERIES 20/21.	52
CUADRO 2. 12 RANGOS DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD SERIES 52.	55
CUADRO 3. 1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS.	60
CUADRO 3. 2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MANIFOLDS Y VARIADORES DE VELOCIDAD.	62
CUADRO 3. 3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS BOMBAS LOBULARES Y PERISTÁLTICAS.	63
CUADRO 3. 4 DEFINICIÓN DE TIEMPOS, CANTIDADES Y TOLERANCIAS DE LOS LÍQUIDOS.	66
CUADRO 3. 5 ELEMENTOS DEL HARDWARE ACTUAL.	67
CUADRO 3. 6 ELEMENTOS DEL SOFTWARE ACTUAL	68
CUADRO 3. 7 ELEMENTOS DEL HARDWARE REQUERIDO.	70
CUADRO 3. 8 DATOS DE LOS MOTORES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	76
CUADRO 3. 9ESPECIFICACIÓN DE SEÑALES DE CONTROL.	91
CUADRO 3. 10DISTRIBUCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA	93
CUADRO 3. 11ESPECIFICACIONES DE LAS SEÑALES DE CONTROL	97
CUADRO 3. 12DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA DE BOMBEO DE ACEITE DE PALMA.	103
CUADRO 3. 13LARGO DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA ACTUAL DE ACEITE DE PALMA.	104
CUADRO 3. 14LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE ACEITE DE PALMA.	104
CUADRO 3. 15LARGO TOTAL DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE ACEITE DE PALMA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	108

CUADRO 3. 16LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS ADICIONALES DE LA LÍNEA DE PALMA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	109
CUADRO 3. 17DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA DE BOMBEO DE MELAZA.	111
CUADRO 3. 18LARGO DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA ACTUAL DE MELAZA.	111
CUADRO 3. 19LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE MELAZA.	112
CUADRO 3. 20 LARGO TOTAL DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE MELAZA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	116
CUADRO 3. 21 LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS ADICIONALES CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	117
CUADRO 3. 22 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA DE BOMBEO DE ACEITE DE PALMISTE.	118
CUADRO 3. 23 LARGO DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA ACTUAL DE ACEITE DE PALMISTE.	119
CUADRO 3. 24 LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE ACEITE DE PALMISTE.	120
CUADRO 3. 25 LARGO TOTAL DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE ACEITE DE PLAÑISTE CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	124
CUADRO 3. 26 LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS ADICIONALES DE LA LÍNEA DE ACEITE DE PALMISTE CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	125
CUADRO 3. 27DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA DE BOMBEO DE ALIMET.	127
CUADRO 3. 28 LARGO DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA ACTUAL DE ALIMET.	128
CUADRO 3. 29 LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE ALIMET.	128
CUADRO 3. 30 LARGO TOTAL DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE ALIMET CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	132
CUADRO 3. 31 LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS ADICIONALES DE LA LÍNEA DE ALIMET CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO.	133
CUADRO 3. 32 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA DE BOMBEO DE COLINA.	135
CUADRO 3. 33 LARGO DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA ACTUAL DE COLINA.	136
CUADRO 3. 34LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE COLINA.	136
CUADRO 3. 35LARGO TOTAL DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE COLINA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	140
CUADRO 3. 36LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS ADICIONALES DE LA LÍNEA DE COLINA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	141
CUADRO 3. 37DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA DE BOMBEO DE LUCTAMOLD.	143
CUADRO 3. 38LARGO DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA ACTUAL DE LUCTAMOLD.	144

CUADRO 3. 39LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE LUCTAMOLD.	144
CUADRO 3. 40LARGO TOTAL DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE LUCTAMOLD CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	148
CUADRO 3. 41LARGO EQUIVALENTE DE LOS ACCESORIOS ADICIONALES DE LA LÍNEA DE LUCTAMOLD CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN POR PESO.	149
CUADRO 3. 42DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA BALANZA A MEZCLADORA DE ACEITES.	151
CUADRO 3. 43LARGO DE LA TUBERÍA PARA LA LÍNEA DE BOMBEO DESDE LOS TANQUES BALANZA A LA MEZCLADORA.	151
CUADRO 3. 44LARGO DE LOS ACCESORIOS PARA LA LÍNEA DE BOMBEO DE ACEITES DE LOS TANQUES BALANZA A LA MEZCLADORA.	152
CUADRO 3. 45DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA BALANZA A MEZCLADORA DE MELAZA.	156
CUADRO 3. 46LARGO DE LA TUBERÍA PARA LA LÍNEA DE BOMBEO DE MELAZA DESDE LOS TANQUES BALANZA A LA MEZCLADORA.	156
CUADRO 3. 47LARGO DE LOS ACCESORIOS PARA LA LÍNEA DE BOMBEO DE MELAZA DE LOS TANQUES BALANZA A LA MEZCLADORA.	157
CUADRO 3. 48DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ALTURA TOTAL DE LA LÍNEA BALANZA A MEZCLADORA DE MICRO LÍQUIDO.	161
CUADRO 3. 49LARGO DE LA TUBERÍA PARA LA LÍNEA DE BOMBEO DE MICRO LÍQUIDOS DESDE LOS TANQUES BALANZA A LA MEZCLADORA.	161
CUADRO 3. 50LARGO DE LOS ACCESORIOS PARA LA LÍNEA DE BOMBEO DE MICRO LÍQUIDOS DE LOS TANQUES BALANZA A LA MEZCLADORA.	162
CUADRO 3. 51CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES DE PESAJE.	176
CUADRO 3. 52SELECCIÓN DE CAUDAL, VELOCIDAD, PRESION PARA LAS BOMBAS Y POTENCIA DE SALIDA DE MOTORES PARA LA ALIMENTACION DE LIQUIDOS A LOS TANQUES DE PESAJE.	177
CUADRO 3. 53SELECCIÓN DE CAUDAL, VELOCIDAD, PRESION PARA LAS BOMBAS Y POTENCIA DE SALIDA DE MOTORES PARA LA DOSIFICACION DE LIQUIDOS DESDE LOS TANQUES DE PESAJE A LA MEZCLADORA.	178
CUADRO 3. 54SELECCIÓN DE VÁLVULAS	179
CUADRO 3. 55CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS DE PESAJE	180
CUADRO 4. 1 CALIBRACIÓN DE LOS MÓDULOS DE PESAJE.	182
CUADRO 4. 2 MENSAJE DE SALIDA DEL INDICADOR IND780	183
CUADRO 4. 3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAPACIDAD DE LOS TANQUES.	186
CUADRO 4. 4 PERIODOS DE TIEMPO ALCANZADOS CON EL NUEVO SISTEMA.	187
CUADRO 4. 5 PRUEBAS DE EXACTITUD	191
CUADRO 4. 6 TABLA DE DIFERENCIA PORCENTUAL DE LOS LÍQUIDOS.	193

## INDICE DE GRAFICOS

FIG. 1. 1 CASOS DE CARGAS ESTÁTICAS	5
FIG. 1. 2 CURVA DE FRICCIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO	12
FIG. 1. 3 CURVA DE CARGA DEL SISTEMA DE BOMBEO.	13
FIG. 1. 4 CURVA DE ALTURA DE UN SISTEMA SIN ELEVACIÓN, TODA LA ALTURA ES DE FRICCIÓN.	14
FIG. 1. 5 CURVA DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA PRINCIPALMENTE CON ALTURA ESTÁTICA Y POCA FRICCIÓN.	14
FIG. 1. 6 CURVA DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA CON ALTURA NEGATIVA.	15
FIG. 1. 7 CURVA DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA QUE SE HA DESGASTADO.	16
FIG. 2. 1 DIAGRAMAS DE BLOQUES ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS.	25
FIG. 2. 2 BOMBA DE ENGRANAJES EXTERNOS.	27
FIG. 2. 3 BOMBA PERISTÁLTICA.	28
FIG. 2. 4 BOMBA DE ENGRANAJES 3717 HBFRV	30
FIG. 2. 5 BOMBA DE ENGRANAJES 2F75	33
FIG. 2. 6 BOMBA PERISTÁLTICA ALH32, ALH65	36
FIG. 2. 7 CONTROLADOR IND780	39
FIG. 2. 8 MODULO ULTRAMOUNT 0972	41
FIG. 2. 9 MODULO VLM2	41
FIG. 2. 10 VARIADOR POWERFLEX 4-40	42
FIG. 2. 11 RENDIMIENTO DEL VARIADOR POR VECTOR	44
FIG. 2. 12 RENDIMIENTO DEL VARIADOR POR CONTROL VECTORIAL	45
FIG. 2. 13 GRAFICA DE INCREMENTOS DE LA ACELERACIÓN AL 150% DE CARGA.	45
FIG. 2. 14 ENTRADAS Y SALIDAS DEL VARIADOR POWERFLEX 4-40.	46
FIG. 2. 15 (A) VÁLVULA DE MARIPOSA SERIE 20/21. (B) PARTES DE LA VÁLVULA	48
FIG. 2. 16 (A) ACTUADOR NEUMÁTICO SERIE 91/92. (B) PARTES DEL ACTUADOR.	52
FIG. 2. 17 ELECTROVÁLVULA NAMUR	53
FIG. 2. 18 SENSORES DE PROXIMIDAD SERIE 52	54
FIG.3. 1DIAGRAMA DE BLOQUES PROCESO ELABORACIÓN BALANCEADO.	58
FIG.3. 2 PANTALLA ACTUAL DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS INTERFAZ INTOUCH.	69
FIG.3. 3 PANTALLA DE FORMULACIÓN DE RECETAS INTERFAZ INTOUCH.	72
FIG.3. 4 DIAGRAMA DE FLUJO LÓGICA DE PROGRAMACIÓN PESAJE DE LIQUIDOS.	74

FIG.3. 5 DIAGRAMA DE FLUJO LÓGICA DE PROGRAMACIÓN DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS .	75
FIG.3. 6 DISTRIBUCIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DESCARGA Y SUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	99
FIG.3. 7 FONDO CÓNICO DEL TANQUE	168
FIG. 4. 1 MODELOS DE NUEVAS PANTALLAS INCLUIDAS EN LA PROGRAMACIÓN.	185
FIG. 4. 2 ANÁLISIS DE CONSUMOS DE LÍQUIDOS.	192



## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo general el REDISEÑO, CALCULO, E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS UTILIZANDO UN SISTEMA DE MEDICION POR PESO, que nace de la necesidad de mejorar la eficiencia y calidad requerida en el proceso de elaboración de alimento balanceado en la planta de Pronaca S.A., llegando así al valor ideal de dosificación de los líquidos incluidos en las recetas.

En el primer capítulo trataremos conceptos de términos utilizados en sistemas de bombeo en donde se dará énfasis a la selección de bombas.

En el segundo capítulo abarcaremos temas de gran importancia como son las especificaciones de la forma constructiva, el material de que se encuentran fabricados, características, las normas de montaje, el mantenimiento, de todos los equipos que constituyen el sistema propuesto.

En el tercer capítulo trataremos la implementación y diseño del sistema de dosificación de líquidos que se constituye de la parte mecánica y electrónica que al complementarse satisfacen las expectativas del proyecto. Con esto se busca modernizar las instalaciones usando las bondades de las de terminales de pesada, que con sus módulos de pesaje proporcionan exactitud inigualable, además mediante una red de comunicación RIO los registros son compartidos y los datos son visualizados en las pantallas de la interfaz.

En el cuarto capítulo se describe las pruebas mecánicas y electrónicas a las que fue sometido el sistema. El análisis de los resultados demuestra que la precisión alcanzada bordea el 0% para los macro líquidos y 3% para los micro líquidos.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones que se observaron en el periodo de pruebas, donde se analizaron problemas como las cantidades mínimas de formulación para las recetas por cuestiones de sensibilidad del sistema.

## INTRODUCCIÓN

En la Empresa Pronaca Puenbo, la diferencia entre el valor teórico y el real de dosificación de líquidos incluidos en las recetas ,no asegura el exacto porcentaje de estos , tanto para las necesidades nutricionales como en la confianza en datos de almacenaje e inventarios, lo cual ha generado un aumento de horas de improductividad causando perdidas económicas.

Ante dicho problema se tomó la decisión de iniciar el cambio del antiguo sistema de dosificación de líquidos, que se realizaba por medio de medidores de flujo, a un nuevo sistema de dosificación de líquidos a través de un sistema de medición por peso el cual tendrá como características reducir costos de producción al realizar una dosificación constante y precisa, sin sobredosificaciones y subdosificaciones, asegurando los tiempos de dosificación.

También es importante que el sistema a elegirse sea capaz de sobredimensionarse, para que en el futuro si existe la necesidad de requerir incluir nuevos líquidos.

Un sistema de dosificación de líquidos se define como dispositivos capaces de liberar cantidades prefijadas de productos en una unidad de tiempo.

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 MARCO TEORICO

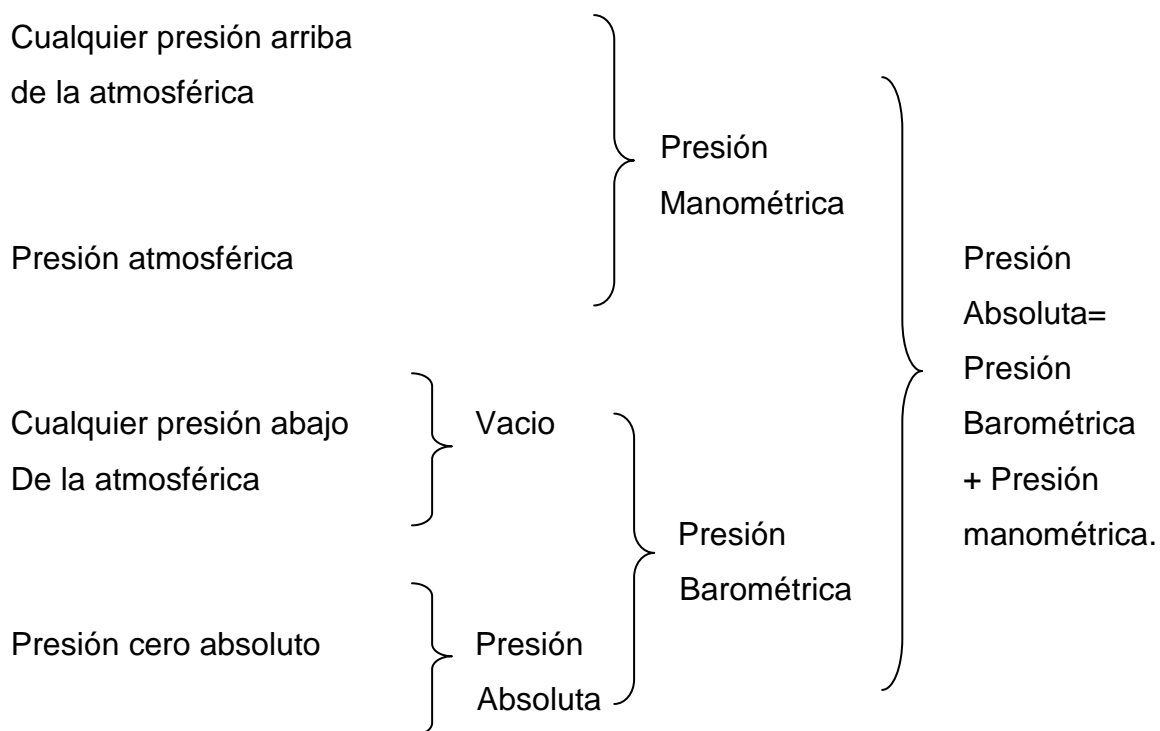
Los productos que manipulan las bombas en la industria de la alimentación pueden ser desde soluciones acuosas y aceites vegetales ligeros a jarabes y melazas de gran viscosidad, desde líquidos puros a los que tienen gran proporción de sólidos. Dada la extensa variedad de características de estos medios, la industria emplea casi todos los tipos de bombas, con ciertas preferencias en aplicaciones concretas.

La selección correcta de equipo asegura una buena operación que, indudablemente, se traduce en economía y duración del sistema.

Independientemente de que la bomba sea centrífuga, rotatoria o reciprocante los elementos de instalación tales como la carga, capacidad líquidos a manejar tuberías , sus accesorios y motores, tienen prácticamente los mismos problemas de operación y mantenimiento. Por lo tanto, las condiciones de succión, descargas y demás aspectos comunes, se examinan en forma general, sin especificar el tipo de bomba hasta que ello sea necesario.

Antes de entrar en la materia, es muy importante conocer bien los distintos términos y definiciones usados en sistemas de bombeo.

El cuadro siguiente muestra la relación que existe entre los diferentes términos de presión.



Se han designado tres tipos de presión: la absoluta que es la presión arriba del cero absoluto; la barométrica, que es la presión atmosférica de una localidad determinada, y la de carga, que es la presión arriba de la presión atmosférica de la localidad en que se mide. La presión absoluta puede encontrarse arriba o debajo de la presión atmosférica. Un vacío deberá considerarse como una presión de carga negativa.

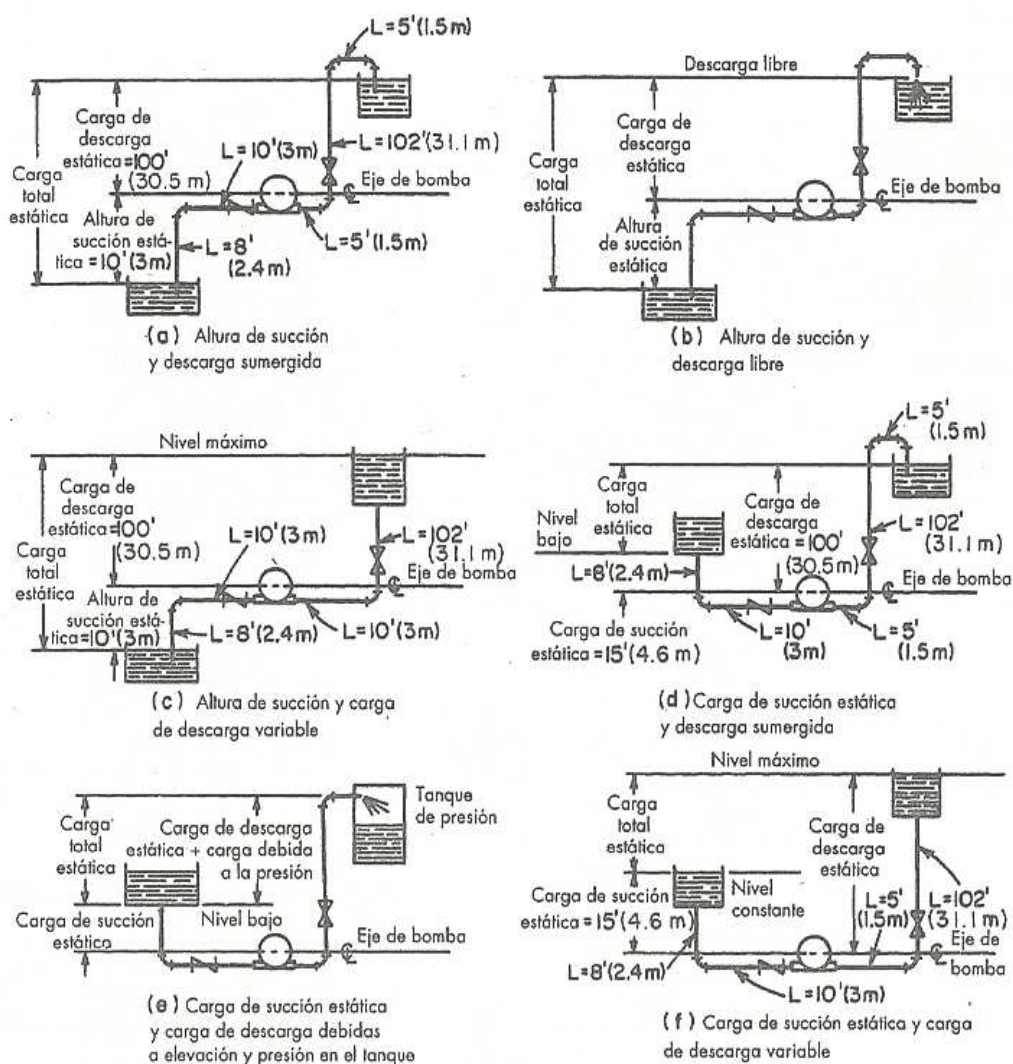
## 1.2 DEFINICION DE TERMINOS UTILIZADOS EN SISTEMAS DE BOMBEO

### 1.2.1 CARGA

#### 1.2.1.1 CARGA ESTÁTICA

Se define como la altura, expresada en metros de líquido, de la columna de fluido que actúa sobre la succión (entrada) o descarga (salida) de una bomba.

En la Fig. 1.1, se muestran los casos en los que se presentan la carga estática.



**Fig. 1.1 Casos de cargas estáticas**

Fuente: 3ed Tyler Hicks

### 1.2.1.2 ALTURA ESTÁTICA DE SUCCION Y CARGA ESTÁTICA DE SUCCION

Si la bomba se encuentra arriba del nivel libre de bombeo Fig. 1.1a, b, c, la distancia entre el nivel del líquido a bombear y el eje central de la bomba se llama altura estática de succión. Si la bomba se encuentra abajo del nivel libre de bombeo Fig. 1.1, d, e, f, entonces la distancia entre el nivel del líquido y el eje central de la bomba se denomina carga estática de succión. No se consideran perdidas por fricción en la tubería y sus accesorios.

### **1.2.1.3 CARGA ESTATICA DE DESCARGA**

De la Fig. 1.1 a,b,c,d,e,f, se define como la distancia vertical entre el eje central de la bomba y el punto de entrega libre del líquido.

### **1.2.1.4 CARGA ESTATICA TOTAL**

De la Fig. 1.1 a,b,c,d,e,f, se define como la distancia vertical entre los niveles de succión y descarga.

### **1.2.1.5 CARGA DE FRICCION**

Es la columna, en metros, del líquido que se maneja, equivalente y necesaria para vencer la resistencia de las tuberías de succión y descarga y de sus accesorios. Varía de acuerdo con la velocidad del líquido, tamaño, tipo, y condiciones interiores de las tuberías y naturaleza del líquido que se maneja.

#### **1.2.1.5.1 PERDIDAS PRIMARIAS**

Son las que crecen linealmente con el desarrollo de la conducción y se deben al rozamiento de las partículas del líquido entre si o con las paredes de la tubería.

Las pérdidas de carga por fricción se calculan como caída de presión fácilmente expresable en altura manométrica. Los valores de estas pérdidas se reducen normalmente a la altura (de fricción) equivalente por metro o por cien metros de tubo y luego se aplican directamente a cualquier longitud o longitud equivalente adicional de tramo recto de tubo del diámetro de cuestión.

Estos datos se presentan gráficamente en tablas para una amplia gama de diámetros de tuberías para agua aceites y otros fluidos. No siempre concuerdan exactamente los datos obtenidos de diversas fuentes. Muchos de ellos, sobre todos los de circulación de agua por tuberías, se basan en formulas que datan de mas de medio siglo y son algo imprecisas. Otros se basan en coeficientes empíricos completamente distintos y sus limitaciones son pues, similares. Si no se

confía en datos disponibles o se detectan inconsecuencias, se conseguirán soluciones más exactas partiendo de los principios básicos.

En el caso de flujo laminar, una formula que se aplica es la Darcy-Weisbach

$$HF = h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

V<sup>2</sup>: Velocidad tubería (FT/S)

D: Diámetro interior del tubo (FT)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

h: Factor de fricción

En unidades técnicas y en función del caudal en lugar de la velocidad de flujo, se convierte en:

$$HF = (Q/KD^4)$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

Q: Caudal.(GPM)

D: Diámetro interior de la tubería (FT)

K: Constante que depende de las unidades de Q, por ejemplo

K: 14030 para Q (PULG<sup>3</sup>/SEG).

K: 65000 para Q (GPM)

Adviértase que en ninguna de las formulas se incluye el numero de Reynolds como factor independiente (aunque este en realidad integrado en la ecuación). Así pues es preciso calcular aparte el número de Reynolds del flujo para determinar si es, no laminar y si se puede utilizar la formula.

En el caso de flujo turbulento, el coeficiente de fricción es inversamente proporcional a cierta potencia del número de reynolds y al estado de la superficie o rugosidad del tubo el exponente se lo puede deducir semi empíricamente, pero

la rugosidad solo es determinable por ensayos. Es más conveniente combinar ambos en un coeficiente de fricción único relacionado tanto con el número de Reynolds como con la rugosidad relativa.

La rugosidad relativa es una magnitud sin dimensiones definida como la altura efectiva (E) de las protuberancias formadas dentro del tubo dividida por el diámetro interior del mismo (D) ó sea  $Z=E/D$ . No es práctico medir E directamente, de modo que la rugosidad relativa se estima normalmente por referencia a valores típicos que se encuentran en tabla T-2 anexos 7. Luego, el coeficiente de fricción se lee directamente en la CAR. 3.2 anexos 7 en correspondencia con el número de Reynolds. En dicha figura vemos también las cuatro fases del flujo:

- Laminar hasta  $R=2000$ .
- Un periodo de transición en el que las condiciones del flujo son inestables e imprevisibles.
- En la que el coeficiente de fricción disminuye a mayor número de Reynolds y crece con la rugosidad y, por último,
- La zona de flujo plenamente turbulento, con un coeficiente de fricción constante.

Los coeficientes de fricción obtenidos en la figura se pueden llevar directamente a las fórmulas básicas.

#### **1.2.1.5.2 PERDIDAS SECUNDARIAS**

Son aquellas que ocurren en una zona definida de la conducción y que son originadas por válvulas, cambios de dirección, ampliaciones, o reducciones, entradas o salidas.

Las pérdidas en curvas y accesorios son difíciles de evaluar si no es en forma puramente empírica.

Estos datos se pueden analizar para presentar las pérdidas por fricción como caída de presión o como coeficiente de resistencia. Otra expresión más conveniente es la resistencia equivalente o resistencia en función de la longitud



equivalente de tramo recto de tubo del mismo diámetro, de la CAR. 3.1 anexos 7 se han resumido algunos datos típicos. Las pérdidas de energía en las entradas y salidas o en las contracciones del sistema son función de la velocidad del flujo, también estas se pueden dar en tramos rectos equivalentes o del coeficiente de resistencia. La pérdida de carga correspondiente se calcula entonces mediante la fórmula:

$$HF = K \cdot V^2 / 2G$$

Donde:

HF: Pérdidas por rozamiento

K: Coeficiente de resistencia.

$V^2$ : Velocidad de flujo (FT/SEG)

#### 1.2.1.6 CARGA DE VELOCIDAD

Un líquido que se mueve a cualquier velocidad dentro de un tubo, tiene energía cinética debida a su movimiento. La carga de velocidad es la distancia de caída necesaria para que un líquido adquiriera una velocidad dada y se determina por:

$$Hv = V^2 / 2G$$

Donde:

Hv: Altura de velocidad

G: Aceleración de la gravedad (FT/SEG<sup>2</sup>)

$V^2$ : Velocidad de flujo (FT/SEG).

### 1.2.1.7 CARGA NETA DE SUCCION POSITIVA

Es la presión disponible o requerida para forzar un gasto determinado a través de la tubería de succión, al ojo del impulsor, cilindro o carcasa de una bomba.

La altura neta de succión positiva NPSH, es la altura de succión total, en pies de líquido (absoluto en la línea central de la bomba o el ojo del impulsor) menos la presión de vapor absoluta del líquido (en pies) que esta siendo bombeado.

El NPSH debe de ser siempre positivo y puede calcularse mediante las siguientes ecuaciones:

- Cuando el abasto del líquido, este bajo la línea central de la bomba o el ojo impulsor, es decir hay una elevación hidráulica de succión estática, la distancia vertical de la elevación se resta.

$$\text{NPSH} = h_a - h_{vpa} - h_{st} - h_{fs}$$

- Cuando el abasto del líquido, este sobre la línea central de la bomba o el ojo impulsor, la distancia vertical de la elevación se suma en lugar de restarse como en la relación anterior.

$$\text{NPSH} = h_a - h_{vpa} + h_{st} - h_{fs}$$

$h_a$  = Presión absoluta (en pies del líquido) en la superficie del nivel del líquido.

$h_{vpa}$  = La altura (en pies) correspondiente a la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo.

$h_{st}$  = Altura estática de nivel del líquido (en pies), ya sea arriba o debajo de la línea central de la bomba.

$h_{fs}$  = Todas las pérdidas en la succión (en pies): perdidas a la entrada, fricción de la tubería, válvulas y accesorios, etc.

## **1.2.2. CONDICIONES DE SUCCION**

Por lo que respecta al líquido, se tomara en cuenta la influencia de su temperatura sobre la succión.

### **1.2.2.1 PRESION DE VAPOR**

Si un líquido se encuentra a una temperatura arriba de su punto de congelación, sufre evaporación en su superficie libre. En el seno del líquido se origina una presión que se llama presión de vapor y que esta en función directa con la temperatura del líquido.

### **1.2.2.2 PRESION DE BOMBEO**

Destinemos una bomba cualquiera para bombear un líquido. Al funcionar la bomba tiende a formar un vacío en el seno del líquido; este succionar se conoce como presión de bombeo.

Supongamos que en un momento dado y a una temperatura determinada, la presión de bombeo es mas baja que la presión de vapor del líquido a bombear. Como la presión de vapor es más alta, este se libera por la acción de la bomba que ya no succionara líquido sino vapor. La bomba se encuentra en fase de vapor, como se ha dado en llamar a esta operación.

Por tanto es muy importante tener siempre en cuenta la temperatura del agua que se bombea, pues esta puede hacer que la bomba trabaje con perdidas en su caudal.

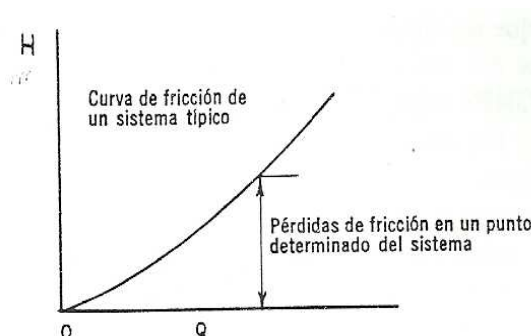
Si por cambios imprevistos el equipo seleccionado llega a tener una operación con este defecto, en algunos casos la situación puede remediarse, dotando a la bomba de una carga de succión lo suficientemente alta para que siempre haya en la succión una presión de bombeo mayor que la presión de vapor del líquido a determinada temperatura.

### 1.2.3 CURVAS

#### 1.2.3.1. CURVA DE FRICCIÓN DE UN SISTEMA

De una gráfica carga – capacidad (que se denotara por H-Q donde H significa carga en metros, y Q gasto en litros/segundos) se denomina curva de fricción del sistema. La curva pasa siempre por el origen de la gráfica, puesto que si no hay carga desarrollada por la bomba, es lógico que no exista flujo en el sistema de tuberías. (Fig. 1.2).

Las pérdidas de carga por fricción en un sistema de bombeo son una función del tamaño del tubo, longitud, número y tipo de los accesorios que lo integran, velocidad del flujo del líquido y, desde luego, su naturaleza. Para un sistema dado, las pérdidas que se tienen en la carga (considerando la succión y descarga) por fricción, varía aproximadamente con el cuadrado de la velocidad del líquido en el sistema.



**Fig. 1. 2 Curva de fricción de un sistema de bombeo**

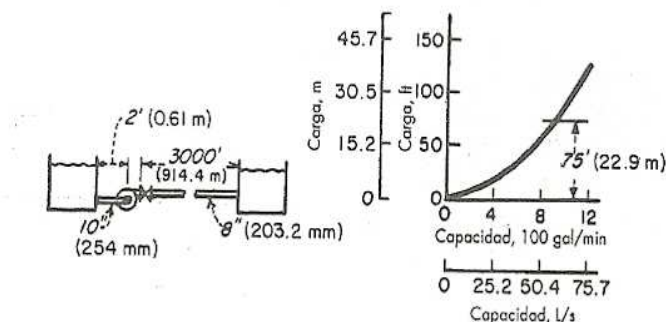
**Fuente:** Zubicazay, Manuel Viejo.

#### 1.2.3.2 CURVA DE CARGA DEL SISTEMA

Esta curva se obtiene al combinar la curva de fricción del sistema con la curva estática y con cualquier diferencia de presión en el sistema. Si se superpone la curva H- Q de la bomba sobre la curva de carga del sistema, se obtendrá el punto



excepto la fricción en el tubo de descarga, la altura total no cambiaría de manera apreciable.

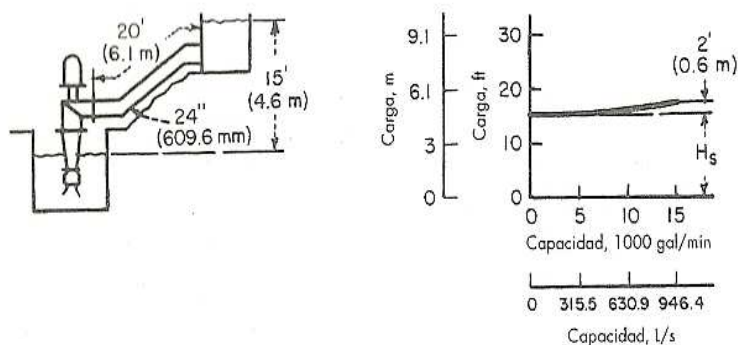


**Fig. 1. 4 Curva de altura de un sistema sin elevación, toda la altura es de fricción.**

**Fuente:** 3ed Tyler Hicks

#### 1.2.3.4 CURVA DE GRAN ALTURA Y POCA FRICCIÓN DE UN SISTEMA

La curva de la carga del sistema para la instalación de bomba vertical de la Fig.1.5, empieza en la altura estática total y cero caudal. La altura de pérdidas por fricción es poca, en consecuencia casi toda la carga total del gasto es carga hidráulica estática. Pueden ocasionar errores apreciables el no tomar en cuenta las pérdidas de salida y de fricción durante la selección de una bomba.

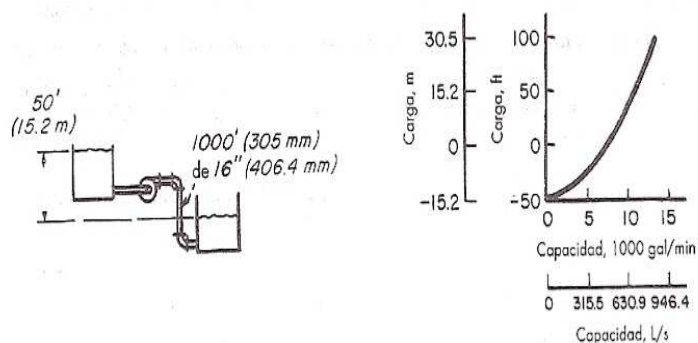


**Fig. 1. 5 Curva de operación de una bomba principalmente con altura estática y poca fricción.**

**Fuente:** 3ed Tyler Hicks

### 1.2.3.6 CURVA CON CARGA DE GRAVEDAD DE UN SISTEMA

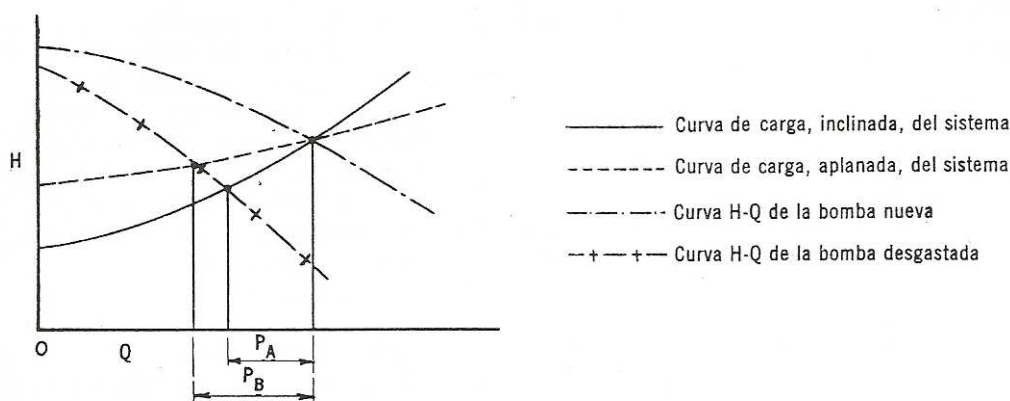
En un sistema con carga de gravedad (elevación negativa) Fig. 1.6, continuara el flujo de líquido hasta que la carga de fricción del sistema sea igual a la carga de gravedad disponible. La bomba se necesita solo para aumentar el gasto a un valor mayor que el que se obtiene por gravedad.



**Fig. 1. 6 Curva de operación de una bomba con altura negativa.**  
Fuente: 3ed Tyler Hicks

### 1.2.3.5 CURVA DE EFECTO DE DESGASTE DE UNA BOMBA

Cuando una bomba se desgasta, hay una pérdida de capacidad y eficiencia. La cantidad de pérdida depende de la forma de la curva de la carga del sistema. Si en un sistema se tiene una curva de carga muy aplanada, las pérdidas de capacidad de la bomba, debidas al desgaste, serán mayores que en un sistema que tenga la curva de carga inclinada. En la Fig. 1.7, si la bomba que se ha desgastado trabaja en un sistema con curva de carga inclinada, tiene una pérdida de capacidad  $P_a$  menor que si la bomba estuviera en un sistema de curva de carga aplanada, donde la pérdida de capacidad vale  $P_b$ .



**Fig. 1. 7 Curva de operación de una bomba que se ha desgastado.**  
Fuente: 3ed Tyler Hicks.

#### 1.2.4 CAVITACION

Cualquier tipo de bomba, ya sea centrífuga, rotatoria recíproca, puede sufrir cavitación.

Este es un fenómeno que ocurre en algunos casos de bombeo y que ocasiona vibraciones, ruidos así como picaduras en los impulsores de las bombas. La cavitación puede producir una reducción en la eficiencia de la bomba y su desgaste moderado si aquella es leve, pero también puede dañar la bomba severamente si es muy marcada. Si una bomba trabaja con una elevación de succión excesiva se produce una presión de succión en la entrada de la bomba, esta presión puede ser tan baja que origine un vacío que haga que el líquido se convierta en vapor, si su presión de vapor, en ese momento, resulta ser más alta que la presión de succión. El flujo del líquido en la bomba se interrumpe (esto se conoce como punto de corte porque es el momento en que la bomba ha alcanzado su límite de bombeo a esa presión de entrada). La bomba trabaja en un punto en que se puede dañar.

Cuando la presión de entrada está a punto de igualarse con el punto de vaporización del líquido, las bolsas de vapor forman burbujas en el lado posterior del alabe impulsor, cerca de su base. Las burbujas se mueven al área de baja



presión existente en la admisión, hacia el de alta presión cerca del extremo del alabe; al llegar a esa última área, la burbuja es comprimida por la alta presión, que ha veces se desprenden pequeñas partículas del impulsor. El desperfecto resultante se llama picadura y el ruido que se oye en la bomba, lo causa el colapso de las burbujas de vapor.

### **1.2.5 CEBADO**

Cebar una bomba significa reemplazar el aire, gas o vapor que se encuentra en la bomba y sus tuberías, por el líquido a bombear. Las bombas se pueden cebar, automáticamente o manualmente.

Normalmente, las bombas de desplazamiento positivo tipo rotatorio o reciprocante son autocebantes; si su diseño incluye un buen sellado, podrán extraer aire del lado de succión sin dificultad, puesto que dichas bombas manejan muy bien tanto el aire como el líquido.

Con las bombas centrífugas no pasa lo mismo, una bomba centrífuga bombea aire a la misma altura, en metros, que lo puede hacer con un líquido; sin embargo, y debido a que el peso del aire es bajo cuando se lo bombea, la presión de succión es muy pequeña, esto es, el vacío que se produce en el lado de succión en metros de agua, es muy bajo. Supongamos que una bomba centrífuga, trabajando a velocidad normal, desarrolla una carga de 60m cuando maneja agua, la misma desarrollara una carga de 60m si maneja aire. Sin embargo, una carga de 60 m de aire equivale a un vacío de cerca de 8 cm de agua, que es insuficiente para producir el cebado de la bomba. Por lo tanto es necesaria cebar una bomba centrífuga antes de ponerla en marcha.

Las bombas del tipo reciprocantes o rotatorias si están en buenas condiciones, pueden dar una elevación de succión hasta de 8.30 m, pero deben cebarse cuando se tienen líneas de succión largas, elevaciones altas o condiciones que requieran una presión de succión distinta de la que pueda proporcionar la bomba. Se presentan dos casos generales en el problema de cebado de una bomba: cuando se tiene una carga de succión positiva, es decir, el nivel del líquido a

bombear esta arriba del eje central de la bomba y cuando el nivel se encuentra a bajo de dicho eje.

En el primer caso, cuando la bomba se pone por primera vez en servicio, o después de el, la tubería de la bomba y esta misma pueden estar llenas de aire. A menos que la presión de succión sea lo suficientemente alta para desalojar el aire de interior de la bomba, esta no estará cebada. Por lo tanto, es necesario proveer medios adecuados, como válvulas de purga, para expulsar el aire atrapado en el sistema.

Si el nivel de succión se encuentra abajo del eje central de la bomba (caso más común) el aire debe de ser sustituido por el líquido a bombear mediante el sistema de cebado que sea el más adecuado para cada instalación.

### **1.2.6 POTENCIA**

La potencia absorbida es la potencia en el eje de la bomba y equivale a la potencia hidráulica mas la potencia consumida en compensar los distintos tipos de perdidas que se ocasionan en la bomba. En bombas de desplazamiento positivo, el efecto principal es el aumento de la potencia necesaria y el considerable calentamiento del fluido. Esto no siempre da lugar a una perdida de rendimiento porque con frecuencia es posible mantenerlo si se reduce la velocidad de la bomba, aunque quizá se deba introducir alguna modificación interna en el diseño de la bomba para fluidos de mayor viscosidad.

### **1.2.7 EFICIENCIA**

La eficiencia de la bomba varía según el diseño de la misma, la viscosidad y otros factores. En general es mayor para bombas de alta presión. Las bombas rotatorias pueden tener eficiencias muy altas como 80-85%, cuando manejan líquidos de viscosidad relativamente alta (10-15000 sus). Por lo general, cuando aumenta la viscosidad, la eficiencia tiende a disminuir, pero se puede obtener eficiencias altas, si se selecciona correctamente el equipo.

### 1.2.8 VISCOSIDAD

La viscosidad indica el grado de fricción interna de un líquido. Si la viscosidad de un líquido específico, es alta, también será alta la resistencia que encuentre durante su flujo a través de tuberías, válvulas y bombas, etc.

Las unidades usadas son : Segundos Saybolt Universal (SSU) , Centipoise absolutos (CP),Centistoke cinemático (CS).

SSU (Segundos Saybolt Universal)

Esto representa “El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60 cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

Si mas es viscoso el líquido, más elevado es el número de SSU.

El agua a 60 °F=31,5 SSU. Los aceites oscilan entre 5-4000 SSU.

CP (Centipoise absolutos)

Las unidades métricas usadas para expresar CP son (Dina –Seg/cm<sup>2</sup>). Sera suficiente establecer que la viscosidad del agua a 68 °F=1 CP.

Un líquido que tenga una viscosidad de 120 CP, nos indicara que es 120 veces más viscosa que el agua.

CS(Centistokes)

Esta unidad se conoce como cinemática debido a que las unidades de fuerza no están involucradas, sino únicamente unidades de longitud y tiempo (ft<sup>2</sup>/seg)

La relación entre CS Y CP es:

Centistokes= centipoise/gravedad específica

Para el agua a 68 °F:

$$1\text{CS} = 1\text{CP}/(\text{Grav.especifica h}_2\text{o a } 68^\circ\text{F} = 1)$$

Viscosidad cinemática =v

Viscosidad absoluta =u

$$V= 1\text{CS}$$

$$U= 1\text{CP}$$

La viscosidad de un líquido es inversamente proporcional a su temperatura.

### **1.3 SELECCIÓN DE BOMBAS PARA CUALQUIER SISTEMA DE BOMBEO**

Para seleccionar la clase, tipo capacidad, impulsión y materiales para una bomba que se utilizara en un determinado sistema industrial de bombeo, se debe de seguir un procedimiento paso a paso.

#### **Dibuje la distribución propuesta de la tubería**

Utilice un diagrama de una sola línea, del sistema de tubería; este debe de basarse en las condiciones reales de trabajo. Se debe de mostrar todas las conexiones, válvulas, equipo y otras unidades del sistema. Marque la longitud real y equivalente de la tubería en el dibujo. Asegúrese de incluir todas las elevaciones verticales, vueltas agudas, ensanchamientos repentinos, tanques de almacenamiento.

#### **Determinar la capacidad necesaria de la bomba**

La capacidad necesaria es el gasto que debe de manejarse gal/min o alguna medida similar. Obtenga el gasto necesario de las condiciones de servicio por ejemplo velocidad de alimentación de productos químicos, gasto de agua de enfriamiento. El gasto necesario para cualquier unidad de proceso esta dado generalmente por el fabricante, o se puede calcular si se usan los procedimientos, dando a esto un factor de seguridad apropiado, el cual puede variar de un mínimo del 5 % del gasto necesario hasta un máximo del 50 % o mas dependiendo de la aplicación.

#### **Calcule la carga total en la bomba**

Para expresar el resultado en pies (m) de agua, asegúrese de usar la gravedad específica exacta del liquido a manejar .Una gravedad especifica menor de 1.00 reduce la altura, en tanto que una gravedad específica mayor de 1.00 aumenta la

carga hidráulica total, obsérvese que las variaciones en las condiciones de succión y descarga pueden afectar la carga total de la bomba.

### **Analice las condiciones del líquido**

Se debe de tener información completa acerca del líquido a bombear, que incluya el nombre y fórmula química del líquido, temperatura máxima y mínima de bombeo, presión de vapor correspondiente a estas temperaturas, gravedad específica, viscosidad a la temperatura de bombeo, PH, punto de inflamación, temperatura de ignición, características poco usuales (como lo es la tendencia hacer espuma, a coagularse, cristalizarse, hacerse gelatinoso o pegajoso ), contenido de sólidos, tipo de sólidos, su tamaño, y variación en el análisis químico del líquido.

### **Seleccione la clase y tipo de bomba**

En la actualidad se utilizan tres clases de bombas: centrifugas, giratorias y reciprocantes, cada clase de bomba se divide a su vez en varios tipos.

En las siguientes tablas T-4,T-5,T-6,T-7 anexos 7 se amplía la información en cuanto a la selección por altura, capacidad, condiciones de aspiración, fluidos contaminados.

- Selección por altura

Las bombas de desplazamiento positivo desarrollan grandes alturas de presión de fluido, pero ello puede influir en el rendimiento. Así a mayor altura, mayor potencia absorbida , ello implica sobrecarga del motor, la velocidad de la bomba quizá disminuya y se pierda capacidad. Por lo tanto, puede ser necesario decidirse por una bomba de capacidad algo mayor para trabajos de gran altura, de forma que el caudal real a la altura de trabajo satisfaga la demanda. Otra manera de abordar el problema consiste en aumentar la velocidad del motor, aunque las posibilidades en tal sentido están limitadas por el calentamiento del fluido u otros factores.

Tratándose de bombas fotodinámicas, la altura no debe de ser el único criterio sino que debe de serlo con la capacidad. Así el valor de la

velocidad específica obtenido se relaciona con una capacidad determinada y las variaciones de la altura modificaran aquella o desplazarán el punto de trabajo de la bomba. En la tabla T-3 anexos 7 se describe la altura para cada tipo de bomba.

- Selección por capacidad

La tabla T-4 anexos 7 es orientativa en cuanto la adecuación de diversos tipos de bomba a las capacidades. Mediante el estudio de otros parámetros de funcionamiento significativos se pueden comparar los diferentes tipos, sobre todo se atenderán los siguientes factores: rendimiento, espacio ocupado peso, costo inicial, facilidad de mantenimiento.

- Selección por condiciones de aspiración

La tabla T-5 anexos 7 resume la elevación de aspiración y las posibilidades de auto cebado de varias bombas. Las dos características no tienen por que ser paralelas y pueden haber tipos de bombas capaces de desarrollar una gran altura y no ser autocebantes, como es el caso de las centrífugas. Estas deberán pues funcionar con aspiración inundada o equiparse con dispositivos de auto cebado. En el caso de bombas centrífugas autocebantes, el funcionamiento eficiente del dispositivo auxiliar depende de que en la carcasa quede retenida cierta cantidad de líquido. Así si la carcasa se llega a vaciar, se deberá de llenar de líquido para que la bomba funcione como máquina autocebante. Consideraciones análogas rigen para otros tipos de bombas. Por ejemplo, las de aletas flexibles pueden ser de propiedades autocebantes limitadas (o despreciables) si las aletas están secas, o sea, si la carcasa se vacía por completo.

- Selección por altura y capacidad

La tabla T-6 anexos 7 puede ser útil como orientación al elegir entre varios tipos de bomba para pequeña o gran altura a tres niveles distintos de capacidad. Las bombas de desplazamiento positivo se incluyen por que, si bien la altura suele ser un parámetro secundario y no influye demasiado en la capacidad, puede haber preferencias. Así una bomba de pistones radiales será ideal para capacidades medias y grandes alturas pero no se justificara su empleo para pequeña altura (al ser propiamente una bomba

de alta presión) ni tampoco para capacidades bajas o altas (excepto en algunas aplicaciones especiales).

- Adaptabilidad a fluidos contaminados

La tabla T-7 anexos 7 es solo orientativa en lo que concierne a la adecuación de una bomba al trasiego de fluidos contaminados y podrá experimentar variaciones si se modifican detalles de diseño. Esto ocurrirá, sobre todo, en el caso de bombas centrífugas las cuales, con un rodete cerrado y los estrechos juegos prácticos (para un máximo rendimiento) son poco apropiadas para fluidos contaminados debido al riesgo de atascos y bloqueos. Aun así, mediante modificaciones de la forma de rodete, el mismo tipo de bomba admitirá casi todo género de contaminantes, siempre que se procure minimizar el desgaste si aquellos son abrasivos.

## **CAPITULO II**

### **SISTEMA DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS POR PESO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

La dosificación de líquidos en la industria alimentaria ha ido mejorando en cuanto a métodos hasta obtener resultados mucho más precisos, rápidos y repetitivos.

El empleo de los aditivos en la industria alimentaria hace posible la disponibilidad de alimentos más sanos, estables, económicos y variados.

En la actualidad, se emplean muchos métodos de dosificación de líquidos entre ellos se encuentran: dosificación por flujo metros, o caudalímetros másicos así como por peso. Este último es el que presenta un método de adición de líquidos más exacto, debido a que no existe más variable de control y solo lo que se mide es peso.

#### **2.2 SISTEMAS DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS POR PESO**

##### **2.2.1 DEFINICIÓN**

Es un conjunto de unidades que permiten la aplicación de sustancias líquidas mediante dosificadores o dispositivos capaces de liberar cantidades prefijadas a través de controles dentro de los límites que caracterizan su capacidad , en una unidad de tiempo.

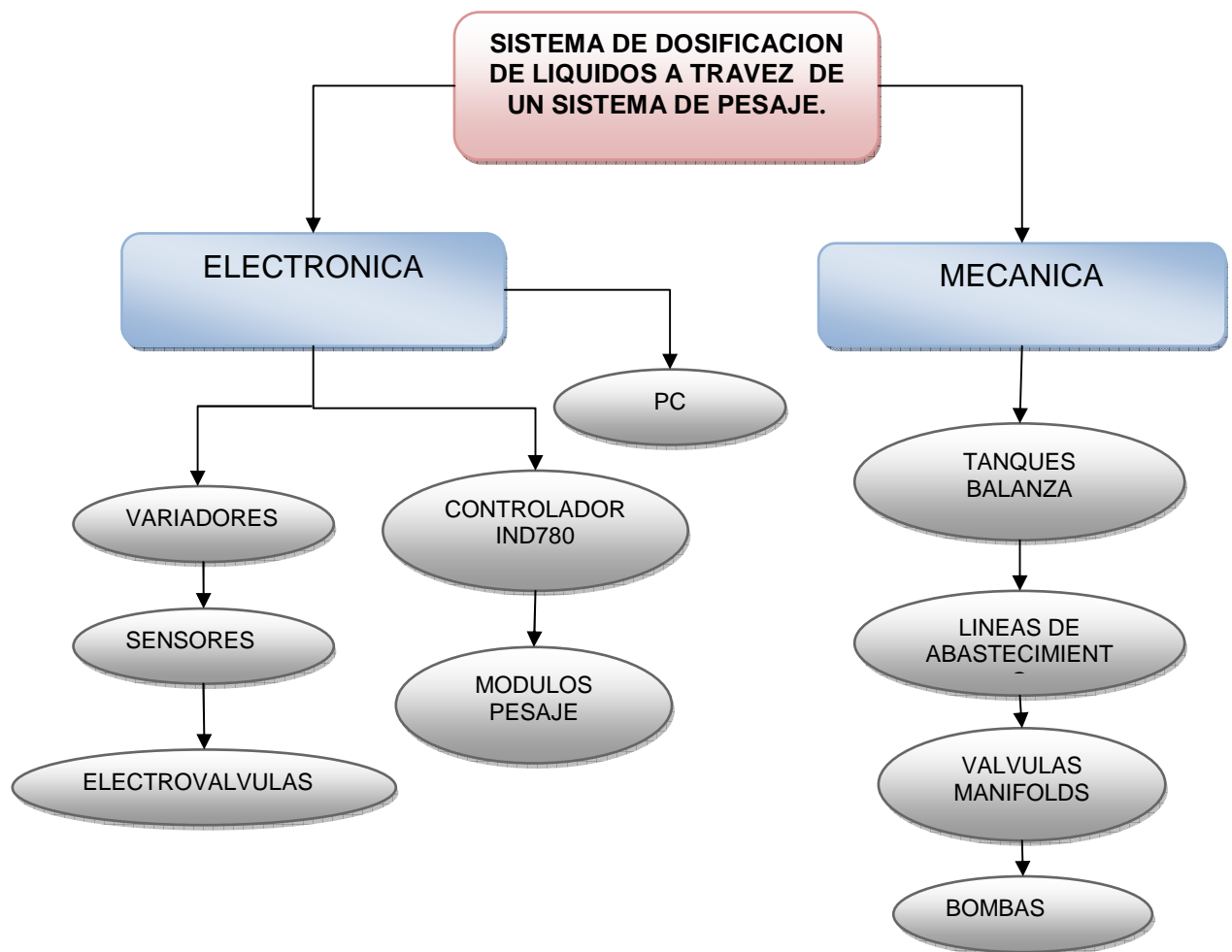
La medición por peso, permite la determinación exacta de un fluido que circula por una tubería con total independencia de la conductividad, densidad, viscosidad, temperatura, etc.

Mediante un sistema de control apropiado y un conjunto de válvulas adecuadas se facilita la dosificación de líquidos.



De este modo se suprime la necesidad de tener mediciones a través de caudalímetros, flujómetros, contadores oscilatorios, etc. Además se obtienen ventajas significativas en cuanto a resultados precisos, rápidos y repetitivos, frente a sistemas convencionales.

En el siguiente diagrama de bloques Fig 2.1 se presentan las unidades que conforman el sistema propuesto.



**FIG. 2. 1** Diagramas de bloques elementos que conforman el sistema de dosificación de líquidos.

## **2.3 BOMBAS**

Para muchas necesidades de la vida diaria tanto en la vida doméstica como en la industria, es preciso impulsar sustancias a través de conductos, los aparatos que sirven para este fin se conocen como bombas de impulsión. Aunque en la práctica se pueden bombear gases e incluso sólidos en suspensión gaseosa o líquida.

### **Clasificación de las bombas.**

Todas las bombas pueden clasificarse en dos grupos generales:

Bombas de desplazamiento positivo (rotatorias).

Bombas de presión límite.

### **2.3.1 BOMBAS ROTATORIAS**

#### **2.3.1.1 DEFINICION**

Las bombas rotatorias que generalmente son unidades de desplazamiento positivo, consisten de una caja fija que contiene engranes, aspas, pistones, levas, segmentos, tornillos, etc., que operan con un claro mínimo. En lugar de "aventar" el líquido como en una bomba centrífuga, una bomba rota y a diferencia de una bomba de pistón, la bomba rotatoria descarga un flujo continuo.

No tienen límite de presión máxima de impulsión, esta presión de salida puede llegar a valores que ponen en peligro la integridad de la bomba si el conducto de escape se cierra completamente. Para garantizar el funcionamiento seguro de ellas, es necesaria la utilización de alguna válvula de seguridad que derive la salida en caso de obstrucción del conducto. Si el ajuste es apropiado, estas bombas pueden bombear el aire de su interior y con ello, crear la suficiente depresión en el conducto de admisión como para succionar el líquido a bombear desde niveles más bajos que la posición de la bomba aún, cuando estén llenas de aire.

### 2.3.1.2 CLASIFICACION

Estas bombas se caracterizan porque el caudal de bombeo casi no es afectado por la presión de funcionamiento.

Se pueden clasificar en:

Bombas de leva y pistón.

Bombas de engranajes externos.

Bombas de engranajes internos.

Bombas de lobulares.

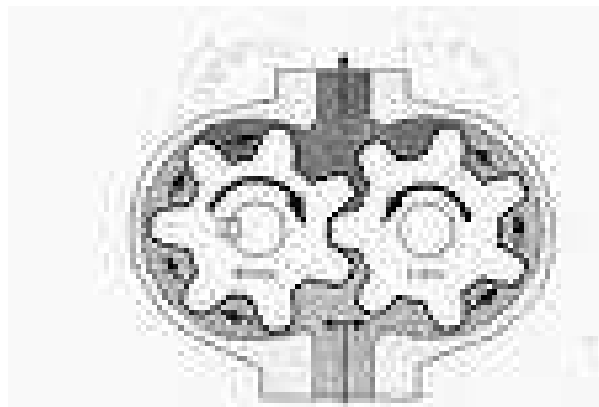
Bombas de tornillos.

Bombas de aspas.

Bombas de tubo flexible (peristálticas)

#### 2.3.1.2.1 BOMBAS DE ENGRANAJES EXTERNOS

Éstas bombas Fig. 2.2, constituyen el tipo rotatorio más simple. Conforme los dientes de los engranes se separan en el lado el líquido llena el espacio, entre ellos. Éste se conduce en trayectoria circular hacia afuera y es exprimido al engranar nuevamente los dientes. Los engranes pueden tener dientes simples, dobles, o de involuta. Algunos diseños tienen agujeros de flujo radiales en el engrane loco, que van de la corona y del fondo de los dientes a la perforación interna. Éstos permiten que el líquido se comuniquen de un diente al siguiente, evitando la formación de presiones excesivas que pudiesen sobrecargar las chumaceras y causar una operación ruidosa.



**Fig. 2. 2 Bomba de engranajes externos.**

Fuente: wikipedia.org

### 2.3.1.2 BOMBA PERISTALTICA

Una bomba peristáltica Fig. 2.3, es un tipo de bomba de desplazamiento positivo usada para bombear una variedad de fluidos. El fluido es contenido dentro de un tubo flexible empotrado dentro de una cubierta circular de la bomba (aunque se han hecho bombas peristálticas lineales). Un rotor con un número de 'rodillos', 'zapatas' o 'limpiadores' unidos a la circunferencia externa comprimen el tubo flexible. Mientras que el rotor da vuelta, la parte del tubo bajo compresión se cierra (o se ocluye) forzando, de esta manera, el fluido a ser bombeado para moverse a través del tubo. Adicionalmente, mientras el tubo se vuelve a abrir a su estado natural después del paso de la leva ('restitución'), el flujo del fluido es inducido a la bomba. Este proceso es llamado perístalsis y es usado en muchos sistemas biológicos como el aparato digestivo.



**Fig. 2. 3 Bomba peristáltica.**  
Fuente: wikipedia.org

### 2.3.1.3 CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE BOMBAS ROTATORIAS

No todas las bombas rotativas son máquinas de desplazamiento verdaderamente positivo. También hay algunas máquinas no rotativas o dispositivos que dan flujos positivos cuya modalidad de funcionamiento se sale del campo abarcado por las dos clasificaciones principales. Las características principales de todas las

bombas de desplazamiento positivo son:

- a) que la capacidad la determinan específicamente las dimensiones de la bomba y su velocidad de funcionamiento.
- b) que la capacidad o descarga logradas dependen muy poco de la altura desarrollada

Aunque generalmente se les considera como bombas para líquidos viscosos, las bombas rotatorias no se limitan sólo a este servicio. Pueden manejar casi cualquier líquido que esté libre de sólidos abrasivos.

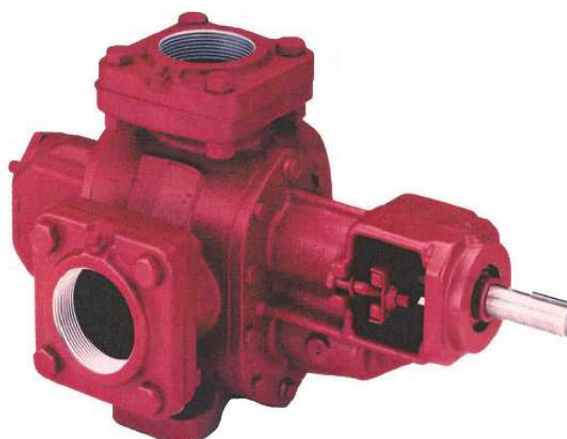
### **2.3.2 CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS SELECCIONADAS**

- 1 Trabajo silencioso del los engranajes helicoidales.
- 2 Estos equipos de bombeo son claves para acoples con ejes con deslizamiento y de fácil reemplazo.
- 3 Presentan cojinetes de especial resistencia al desgaste, constituidos de fuertes bronces, también son disponibles en acero y carbono.
- 4 Sus cojinetes con ranuras permiten la circulación del líquido bombeado, para la lubricación y control de la temperatura.
- 5 Durante la operación los ejes de los cojinetes soportan las cargas radiales y las absorben.

#### **2.3.2.1 BOMBA ROTATORIA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE 3600**

La bomba Fig. 2.4, presenta las siguientes características:

- Rotación Bi –direccional
- Diferencia de presiones hasta 125PSI
- Levanta hasta 468 GPM
- Nivel de operación en los 212°F.
- Puede ser construida para operar en los 450°F.
- Libre de mantenimiento-durable.
- Apropriados ángulos de diseño
- Opciones de sellos mecánico



**Fig. 2. 4 Bomba de engranajes 3717 HBFRV**  
Fuente: Manual Roper pumps.

### 2.3.2.1.1 APLICACIONES

- Mezclado, recirculado y transferencia pesada de materiales viscosos en cualquier aplicación de transferencia sea fija o móvil, inventada para un mínimo.
- Ideal para gasolina, asfalto, melaza, tinta, químicos, aceites.

### 2.3.2.1.2 MATERIALES

Los materiales de construcción se presentan en el cuadro 2.1 y su nomenclatura se presenta en el cuadro 2.2.

MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA LAS BOMBAS DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE 3600		
	STANDARD	MATERIALES OPCIONALES
CUERPO	HIERRO FUNDIDO	
ENGRANAJES	HIERRO FUNDIDO	BRONZE,ACERO INOXIDABLE,DELFIN
COJINETES	BRONZE	HIERRO CARBONO
EJES	ACERO	ACERO INOXIDABLE

**Cuadro 2. 1 Materiales de construcción bomba de engranajes Roper Pumps serie 3600.**

Fuente: Manual Roper pumps.

NOMENCLATURA 3611 GHBFRV			
3	LOCACION DE ENTRADAS	3_ENTRADA ANGULO DERECHO 4_ENTRADA PRINCIPAL RECTO	
6	OPCIONES DE SELLOS	5_SELLO DE TRIPLE LABIO 6_MALETA 7_SELLO MECANICO 8_SELLO DE LABIO COJINETE ESFERICO	
11	TAMAÑO	11 11 GAL/100REV(41.6L/100REV)	35 35 GAL/100REV(132.5L/100REV)
		17 17GAL/100REV(64.4L/100REV)	43 43GAL/100REV(162.8L/100REV)
		22 22GAL/100REV(83.3L/100REV)	48 48GAL/100REV(181.7L/100REV)
		32 32 GAL/100REV(121.1L/100REV)	58 58GAL/100REV(219.6L/100REV)
CONF IG	H	PUMP HEAD WITHOUT OUTBOARD BALL BEARING	
	HB	TAPPED PORT CASE WITH OUTBOARD BALL BEARING	
	HBF	FLANGED PORTS WITH OUTBOARD BEARING	
	HBFV	FLANGED PORTS WITH OUTBOARD BEARING AND RELIEF VALVE	
	GHBFRV	FLANGED PORTS WITH OUTBOARD BEARING, RELIEF VALVE, AND GEAR REDUCER	
	BH	TAPPED PORTS, NO OUTBOARD BEARING, MOUNTING FOR HYD. DRIVE OR CCD BRACKET	
	BHF	FLANGED PORTS, NO OUTBOARD BEARING, MOUNTING FOR HYD. DRIVE OR CCD BRACKET	
	BHFV	FLANGED PORTS, NO OUTBOARD BEARING, MOUNTING FOR HYD. DRIVE OR CCD BRACKET, RELIEF VALVE	

**Cuadro 2. 2Nomenclatura de las bombas Roper Pumps series 3611 GHBFRV.**  
**Fuente:** Manual Roper pumps.

### 2.3.2.1.3 RANGOS

Los rangos se presentan en el cuadro 2.3.

RANGOS 3611					
MODEL	CAPACIDAD TEORICA	VELOCIDAD MAXIMA	MAXIMO CAUDAL-MAXIMO VELOCIDAD	MAXIMA PRESION	ENTRADAS DE CONECCION
3611/3711	11GPR(416.4CC/REV)	750RPM	82.5GPM(18.6M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	2"NPT FLANGE
4611/4711	11GPR(416.4CC/REV)	750RPM	82.5GPM(18.6M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	2"NPT FLANGE
3617/3717	17GPR(643.5CC/REV)	750RPM	127.5GPM(28.8M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	2"NPT FLANGE
4617/4717	17GPR(643.5CC/REV)	750RPM	127.5GPM(28.8M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	3"NPT FLANGE
3622/3722	22GPR(832.8CC/REV)	750RPM	165.5GPM(37.2M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	3"NPT FLANGE
4622/4722	22GPR(832.8CC/REV)	600RPM	165.5GPM(37.2M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	4"NPT FLANGE
3632/3732	32GPR(1211.33CC/REV)	900RPM	288GPM(65.4M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	3"NPT FLANGE
3635/3735	35GPR(1324.89CC/REV)	600RPM	222GPM(50.4M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	3"NPT FLANGE
3643/3743	43GPR(1627.73CC/REV)	900RPM	387GPM(87.9M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	3"NPT FLANGE
3648/3748	52GPR(1817CC/REV)	900RPM	468GPM(106.2M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	4"NPT FLANGE
3658/3758	58GPR(2195.53CC/REV)	600RPM	365GPM(82.9M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	4"NPT FLANGE
4658/4758	58GPR(2195.53CC/REV)	600RPM	365GPM(82.9M3/H)	125 PSI(8.6 BAR)	4"NPT FLANGE

**Cuadro 2. 3 Rangos de las bombas Roper Pumps series 3600.**  
**Fuente:** Manual Roper pumps.

### 2.3.2.2 BOMBA ROTATORIA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE F

La bomba Fig. 2.5, presenta las siguientes características:

- Alta presión producida por los engranajes externos.
- Capaz de manejar presiones de hasta 300PSI en niveles de construcción y 425 PSI con modificaciones en sus cojinetes.
- Levanta hasta 403GPM
- Diseño delantero para mantenimiento.





**Fig. 2. 5 Bomba de engranajes 2F75**  
Fuente: Manual Roper pumps.

### 2.3.2.2.1 APLICACIONES

- Potencia hidráulica para posición de aparatos, levantamiento, actuación de maquinas, combustibles quemados, licuadoras.
- General transferencias para aplicaciones de aceites y fluidos de petróleo.

### 2.3.2.2.2 MATERIALES

Los materiales de construcción se presentan en el cuadro 2.4 y su nomenclatura se presenta en el cuadro 2.5.

MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA LAS BOMBAS DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE F	
	STANDARD
CUERPO	HIERRO FUNDIDO
ENGRANAJES	ACERO
COJINETES	BRONZE HIERRO
EJES	ACERO
SELLOS O RINGS	BUNA VITON TEFLON <sup>1</sup>

**Cuadro 2. 4 Materiales de construcción bombas de engranajes Roper Pumps series F.**

Fuente: Manual Roper pumps

<sup>1</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

NOMENCLATURA SERIE F		
MODELO	1	Model 1 - Foot mounted
	2	Model 2 - Foot mounted with Relief Valve
	17	Model 17 - Flange mounted
	18	Model 18 - Flange mounted with Relief Valve
	25	Model 25 - Baseplate
	26	Model 26 - Baseplate with Relief Valve
	33	Model 33 - Close coupled
	34	Model 34 - Close coupled with Relief Valve
SERIE	F	
TAMAÑO	1	3.1GPM (.70 M /HR)
	3	7.3GPM (1.7 M3/HR)
	5	12.4GPM (2.8 M3/HR)
	10	23.7GPM (5.4 M3/HR)
	15	37.1GPM (8.4 M3/HR)
	20	44.6GPM (10.1 M3/HR/)
	35	60.3GPM (13.7 M3/HR)
	50	60.2GPM (13.7 M3/HR)
	75	90.1GPM (20.5 M3/HR)
	100	128.6GPM (29.2 M3/HR)
	150	223.2GPM (51.0 M3/HR)
	200	208.6GPM (47.4 M3/HR)
300	403.2GPM (91.6 M3/HR)	

**Cuadro 2. 5 Nomenclatura de las bombas Roper Pumps series F**  
**Fuente:** Manual Roper pumps.

### 2.3.2.2.3 RANGOS

Los rangos se presentan en el cuadro 2.6 .

RANGOS SERIE F					
MODEL	CAPACIDAD TEORICA	VELOCIDAD MAXIMA	MAXIMO CAUDAL- MAXIMO VELOCIDAD	MAXIMA PRESION	ENTRADAS DE CONECCION
F1	.00086GPR(3.3 CC/REV)	3600 RPM	3.1GPM (.70 M /HR)	300 PSI (20 Bar)	1/2"NPT"
F3	.002GPR(7.7 CC/REV)	3600 RPM	7.3GPM (1.7 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	1/2"NPT"
F5	.003GPR(13.0 CC/REV)	3600 RPM	12.4GPM (2.8 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	1/2"NPT"
F10	.007GPR(24.9 CC/REV)	3600 RPM	23.7GPM (5.4 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	3/4"NPT"
F15	.0103GPR(39.0 CC/REV)	3600 RPM	37.1GPM (8.4 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	1-1/4"NPT"
F20	.0124GPR(46.9 CC/REV)	3600 RPM	44.6GPM (10.1 M3/HR/	300 PSI (20 Bar)	1-1/4"NPT"
F35	.034GPR(126.8 CC/REV)	1800 RPM	60.3GPM (13.7 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	1-1/2"NPT"
F50	.050GPR(190.0 CC/REV)	1200 RPM	60.2GPM (13.7 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	2"NPT"
F75	.075GPR(284.3 CC/REV)	1200 RPM	90.1GPM (20.5 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	2-1/2"NPT**
F100	.107GPR(405.8 CC/REV)	1200 RPM	128.6GPM (29.2 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	2-1/2"NPT**
F150	.186GPR(704.1 CC/REV)	1200 RPM	223.2GPM (51.0 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	3"NPT"
F200	.232GPR(878.2 CC/REV)	900 RPM	208.6GPM (47.4 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	3"NPT"
F300	.448GPR(1695.9 CC/REV)	800 RPM	403.2GPM (91.6 M3/HR)	300 PSI (20 Bar)	4"NPT"

**Cuadro 2. 6Rangos de las bombas Roper Pumps series F.**

**Fuente:** Manual Roper pumps.

### 2.3.2.3 BOMBA ROTATORIA PERISTALTICA ALBIN MODELOS ALH32, ALH65.

Las bombas Fig. 2.6, presenta las siguientes características:

- Ésta bomba puede funcionar indefinidamente en seco sin deterioro, así como girar en cualquier sentido de la marcha.
- Su construcción en acero y fundición dúctil permite resistir contrapresiones de 15 Bar.

- Su construcción robusta y su diseño reducen al máximo el mantenimiento y las reparaciones.
- Ausencia de cierres mecánicos o empaquetaduras
- Resistencia a la abrasión
- Excelentes en dosificación  $\pm 1\%$
- Resistencia a la corrosión
- Silenciosas
- Facilidad de limpieza.



**Fig. 2. 6 Bomba peristáltica ALH32, ALH65**  
**Fuente:** Manual Albin ALH

#### **2.3.2.3.1 APLICACIONES**

- La bomba de ALH proporciona de forma fiable y segura el bombeo de mezclas abrasivas, ácidos corrosivos, gaseosos, fluidos sensibles y viscosos o fluidos con una gravedad específica alta.
- Ejemplos de aplicaciones tenemos: dosificación de lechada de cal, alimentación de filtro-prensa, lodos bacteriológicos terminados, aguas usadas de papel caucho y aguas negras, dióxidos - pegamentos de titanio, resinas esmalte líquido - lodos de decantación Bar botinas, lechada de cemento.

### 2.3.2.3.2 MATERIALES

Los materiales de construcción se presentan en el cuadro 2.7.

<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA LAS BOMBAS ALBIN ALH32,ALH65</b>		
<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>ALH 25-32-40</b>	<b>ALHX40-ALH50-ALH65</b>
CUERPO	FUNDICIÓN	FUNDICIÓN
TAPA	ACERO	ACERO
RUEDA	FUNDICIÓN	FUNDICIÓN
CALZO	ACERO GALVANIZADO	ACERO GALVANIZADO
ZAPATA	ALUMINIO	ALUMINIO
MANGUITO	EPDM	EPDM
ABRAZADERA SOBRE CUERPO	ACERO INOX	ACERO INOX
ABRAZADERA MANGUITO/TUBO	ACERO INOX	ACERO INOX
ABRAZADERA SOBRE TUBO	ACERO INOX	ACERO BICROMATO
JUNTA TAPA	NITRILO	NITRILO
INSERTO	ACERO INOX	ACERO INOX
LUBRIFICANTE	MEZCLA GLICERINA	MEZCLA GLICERINA
VENTANA	LEXAN	LEXAN
TUBO	NR/NBR/EPDM	NR/NBR/EPDM <sup>2</sup>
ESTRIBO	ACERO INOX	ACERO INOX
BUJE	ACERO	ACERO
PLATO A EMPERNAR		
CHASIS	ACERO	ACERO
JUNTA DE VENTANA	NITRILO	NITRILO
BRIDA ASPIRACIÓN/REF.	ACERO INOX	ACERO INOX

**Cuadro 2. 7Materiales de construcción de las bombas peristálticas modelos ALH32, ALH65**

**Fuente:** Manual Albin ALH

<sup>2</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

### 2.3.2.3.3 RANGOS

Los rangos se presentan en el cuadro 2.8 .

RANGOS BOMBAS ALBIN (L/h)					
TIPO	20RPM	40RPM	60RPM	80RPM	100RPM
ALH10	30	60	90	120	150
ALH15	100	200	300	400	500
ALH20	170	340	500	670	850
ALH25	400	800	1200	1600	2000
ALH32	750	1500	2250	3000	
ALH40	1170	2340	3510		
ALHX40	1600	3200	4800		
ALH50	3500	7000	10500		
ALH65	4600	9200	13800		
ALHX80	11000	22000			
TIPO	10RPM	20RPM	30RPM	40RPM	
ALH80	7000	14000	21000	28000	
ALH100	12000	24000	36000	48000	
ALH125	22000	44000	66000		

**Cuadro 2. 8Rangos de caudal para las bombas Albin.**  
Fuente: Manual Albin ALH

## 2.4 CONTROLADOR -TERMINAL IND780

### 2.4.1 CARACTERISTICAS DEL CONTROLADOR

La IND780 es una terminal altamente flexible que funciona con aplicaciones de pesaje y control que van de simples a complejas y de autónomas a integradas.

La IND780 Fig. 2.7, es una terminal de pesaje de alto rendimiento de rango sencillo o múltiple para usarse con celdas de carga analógicas, interfaces de báscula idnet de alta precisión, sics o powercell<sup>3</sup> empleados en aplicaciones .de pesaje industrial. La terminal puede manejar hasta dieciséis celdas de carga analógicas de 350 ohmios, hasta con ocho celdas de carga de 350 ohmios en un canal.

<sup>3</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

La IND780 es capaz de respaldar hasta cuatro canales de medición y puede proporcionar una báscula de suma metrologógica correcta.



**Fig. 2. 7 Controlador IND780**  
Fuente: Manual Terminal IND780

#### **2.4.2 CARACTERISTICAS DE LA COMUNICACION**

El tablero principal de circuitos impresos (PCB) de la terminal IND780 incluye provisiones para el microprocesador, memoria principal, batería, tecla del módulo de aplicación, ethernet<sup>4</sup>, comunicaciones seriales y usb, y montaje de tableros opcionales.

Este tablero contiene los puertos seriales<sup>5</sup> com1 y com2. El puerto com1 proporciona comunicación rs-232, mientras que el com2 soporta comunicación rs-232,rs-422 o rs-485. Estos puertos son bidireccionales y pueden configurarse para varias funciones como salida por solicitud, comunicaciones de hospedaje sics, salida continua, entrada de señales ascii<sup>6</sup> (C;T;P;Z), entrada de caracteres ascii, impresión de informes, impresiones totales.

---

<sup>4</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

<sup>5</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

<sup>6</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

### **Puertos seriales**

Las tarjetas de comunicaciones seriales proporcionan comunicación rs-232,rs\_422 o rs-485 a velocidades de 300 a 115.2 kilo baudios<sup>7</sup>. Pueden instalarse un máximo de dos tarjetas de puertos de comunicación en la ind780.

### **Interfaces PLC**

#### **A-B RIO**

La opción a-b rio permite el intercambio de datos mediante comunicaciones bidireccionales con el uso del modo de transferencia discontinua de datos o el modo de transferencia en bloque. La terminal ind780 inicia un intercambio de comunicación con el plc aproximadamente 20 veces por segundo con el uso del protocolo de transferencia discontinua de datos allen bradley. Esta comunicación es una interface de mensajes de alta velocidad en tiempo real entre la terminal y el plc para control de procesos. Funciona con los valores de división, número entero y punto flotante.

La interface a-b rio de la ind780 también funciona en el modo de transferencia en bloques para transmitir grandes cantidades de datos.

### **2.4.3 CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS DE PESAJE ULTRAMOUNT**

Los módulos de pesaje ultramount Fig. 2.8, permiten convertir un tanque o cualquier otra estructura de baja capacidad en una báscula. La suspensión por cojinetes y portantes, de retorno automático, proporciona a estos módulos una versatilidad excepcional; posibilita pesadas precisas y repetibles para aplicaciones estáticas (como tanques, tolvas, contenedores y mezcladores) y dinámicas (como cintas transportadoras, contenedores de proceso y básculas de plataforma mecánicas).

---

<sup>7</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1





**Fig. 2. 8 Módulo ultramount 0972**  
**Fuente:** Ficha técnica Mettler Toledo.

#### 2.4.4 CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS DE PESAJE VLM2

Los módulos de peso “Value Line” vlm2 Fig. 2.9, ofrecen un valor excelente para el pesaje de uso general de maquinaria , transportadores , tanques o tolvas con conexiones de entrada y salida flexibles. Los módulos vlm2 son adecuados para las aplicaciones con mínima fuerza de corte horizontal o movimiento inducido térmicamente.

Los módulos vlm2 están disponibles en capacidades de 250 lb, 500 lb,1,000 lb, 2,000 lb y 2,500 lb. Usan celdas de carga en acero inoxidable y están disponibles con platinas de montaje en acero al carbono con baño de zinc o en acero inoxidable. Las suspensiones de montaje de compresión aíslan la celda de carga de la vibración y los choques.



**Fig. 2. 9 Modulo VLM2**  
**Fuente:** Ficha técnica Mettler Toledo.

## 2.5 VARIADORES DE FRECUENCIA ALLEN BRADLEY MODELOS POWER FLEX 4 – 40.

### 2.5.1 CARACTERISTICAS DE LOS VARIADOR

El powerflex clase 4 Fig. 2.10, son tecnologías que consisten en dos productos, el powerflex 4 y el powerflex 40 .Disponible en potencias desde 0.2 -7.5 KW (0.25 - 10 HP) y en voltajes desde 120,240, y 480.Los powerflex 4-40 están diseñados para aplicaciones globales, siendo usados por su flexibilidad, espacio reducido y fácil uso. Ellos también representan un costo efectivo para control de velocidad en aplicaciones como máquinas herramientas, ventiladores, bombas y sistemas manuales.



**Fig. 2. 10 Variador powerflex 4-40**  
Fuente: Manual Allen Bradley.

## Manejo y Montaje

- La instalación puede ser rápida, en riel din hasta rangos de 4KW (5HP), también el montaje puede ser en panel.
- Cero apilamientos, permite ambientes con temperaturas sobre los 40°C teniendo valiosos espacios en panel hasta 50°C.
- Filtros integrales son disponibles para los 230v, proveen reducir costos tratados en la reunión EN55011<sup>8</sup> la clase a y b los requieren.

## Inicio, programación y operación

- Una llave integral provee una operación usando un potenciómetro local.
- Los 10 mas comunes parámetros de aplicación están contenidos en un grupo de programas básicos, haciendo una programación fácil y sencilla
- Un Display con cuatro dígitos y diez led indicadores permiten el manejo y visualizan el estado del variador.
- Un puerto integral rs\_485 puede ser usada para programación desde el plc. Este también puede ser usado en la configuración multi-drop network<sup>9</sup>. Un módulo de comunicación serial provee la conectividad.

## Optimo rendimiento

- Un relé precarga limita la sobre corriente.
- Un transistor de frenado disponible para 0.75 KW (1 H.P), provee un frenado dinámico al mas bajo costo.
- Tenemos unos dip switch seteables para tener una fuente de 24 vdc interna o externa.
- Posee una resistente protección de sobre corriente de 150% de sobrecarga por 60 segundos o 200% para 3 segundos.
- Ajustable frecuencia desde los 16 kilohercios en operación.

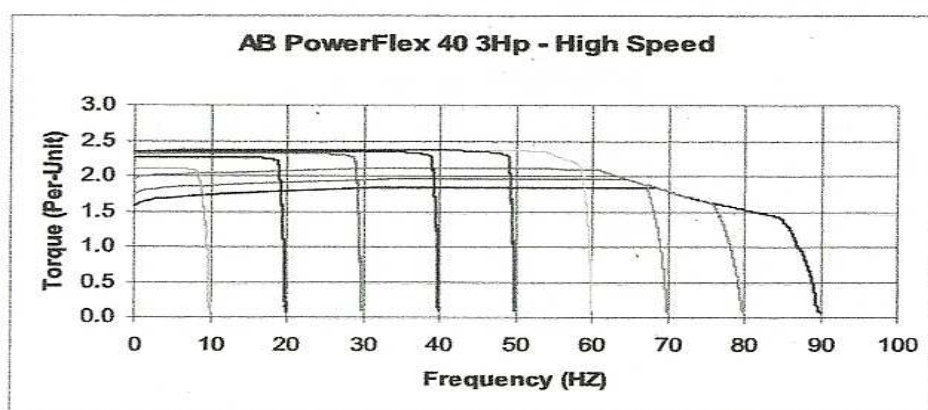
---

<sup>8</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

<sup>9</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

## Rendimiento por vector

- Proporciona un manejo automático de auto impulso (IR compensación) y compensación por deslizamiento. (Fig. 2.11).
- Proporciona una excelente regulación de velocidad en niveles altos de torque para rangos enteros de velocidad y mejora la regulación de velocidad en aumento de cargas.

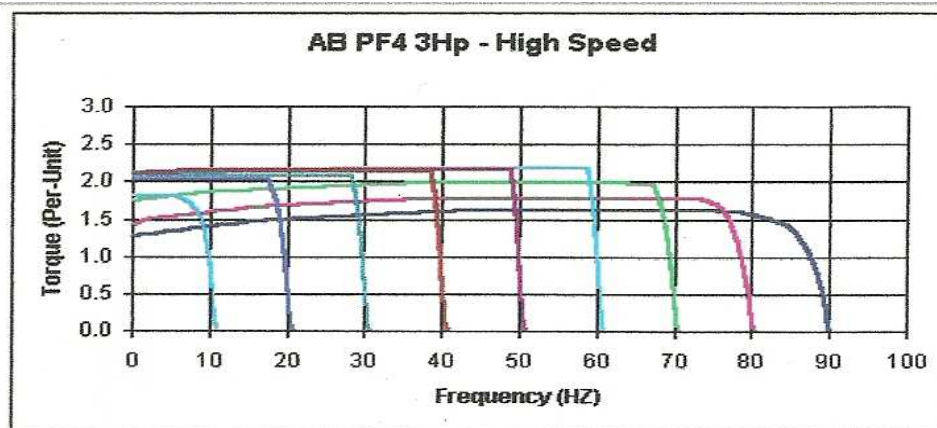


**Fig. 2. 11 Rendimiento del variador por vector**  
**Fuente:** Manual Allen Bradley.

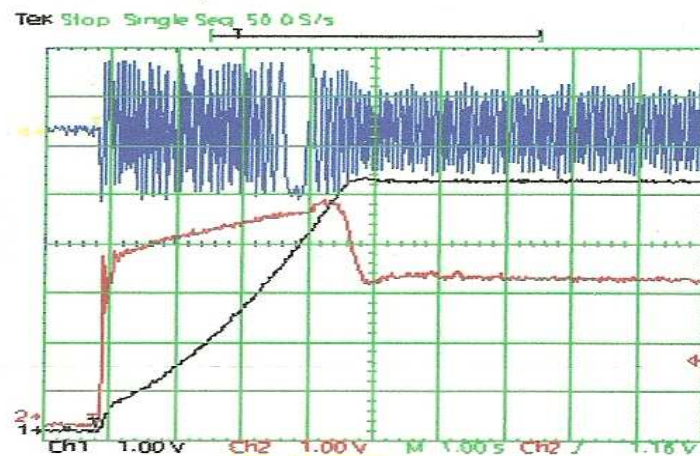
## Rendimiento por control vectorial

- Proporciona una regulación Fig. 2.12, de velocidad excepcional y un alto nivel de torque para el manejo de rangos enteros de velocidad.
- El auto afinamiento es una característica que permite adaptar al motor a sus individuales características.
- En la Fig. 2.13, se describe la habilidad del powerflex 40 para manejar aceleraciones menores al 150% de carga. Un powerflex 4 posiblemente tiene una similar característica pero con menores tiempos fuertes de aceleración.

- Al 100% de carga el manejo del motor se realiza a la velocidad sincrónica.
- Excelente regulación de corriente.
- Aceleración lineal.



**Fig. 2. 12 Rendimiento del variador por control vectorial**  
**Fuente: Manual Allen Bradley.**

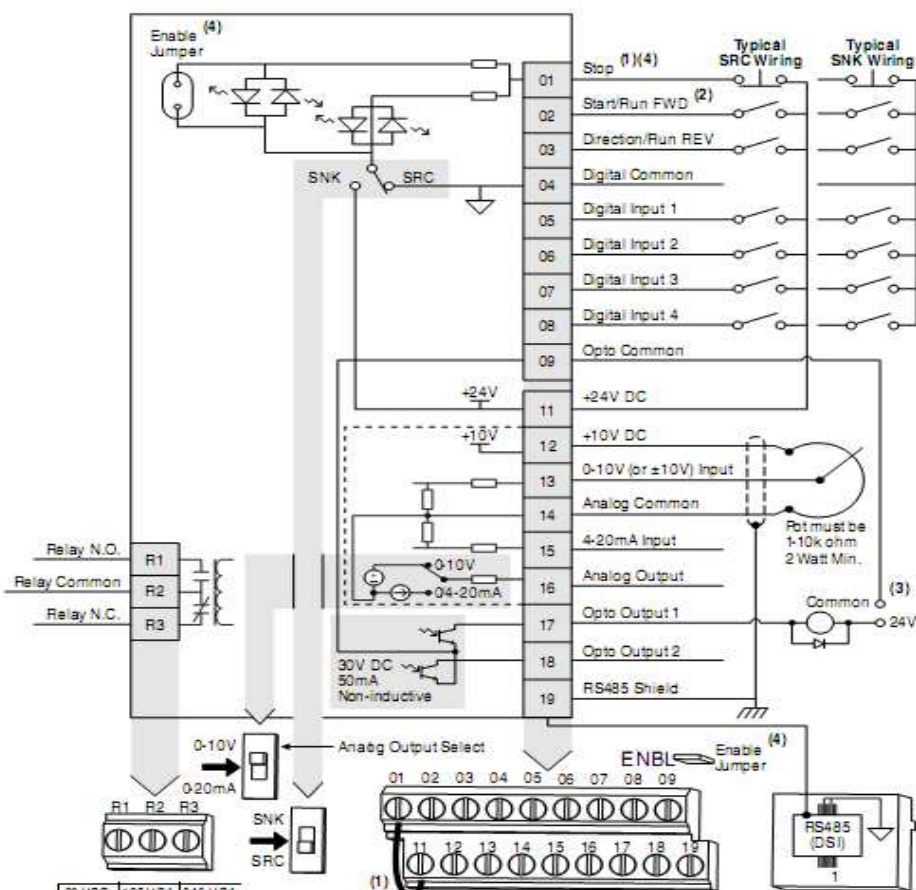


**Fig. 2. 13 Grafica de incrementos de la aceleración al 150% de carga.**  
**Fuente: Manual Allen Bradley.**

## 2.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS

El diagrama Fig. 2.14, nos indica las características de las i/o del variador:

- Dispone de dos entradas analógicas (una unipolar y otra bipolar) que son independientes.
- Tiene tres entradas digitales fijas y cuatro programables proporcionando una aplicación versátil.
- Una salida analógica con un conmutador ( dip switch) para seleccionar entre 0-10v o 0-20ma , con diez bit de salida se las seleccionan para conteo o velocidad de referencia.
- Dos salidas vía relay que pueden ser usadas para el manejo de varios motores o condiciones lógicas.



**Fig. 2. 14 Entradas y salidas del variador powerflex 4-40.**  
Fuente: Manual Allen Bradley

## 2.6 VALVULAS DE MARIPOSA

### 2.6.1 CARACTERISTICAS DE LAS VALVULAS SERIE 20/21

La serie 20/21 1"-20" (25mm-500mm) de válvulas Fig. 2.15 a, no solamente supera los altos estándares requeridos en aplicaciones de válvulas sanitarias, sino que también tiene características y capacidades únicas de flujo inherentes.

El grosor reducido del disco proporciona un  $cv^{10}$  muy alto, menor caída de presión, mayor resistencia a la abrasión y a la erosión, sobre todo en aplicaciones de medios secos. Estas válvulas ofrecen un rango de 150 psi (10 bar) en cuerpos de 1"-12" y de 100 psi (7 bar) en cuerpos de 14"-20".

Todas las válvulas de bray están probadas al 110% de la presión total.

Una ventaja fundamental del diseño es la compatibilidad internacional. La misma válvula es compatible con la mayoría de las bridas del mundo – Clase ANSI 125/150, BS 4504 NP10/16, DIN ND 10/16, AS 2129 y JIS 10. Adicionalmente las válvulas están diseñadas para cumplir con ISO 5752<sup>11</sup> cara a cara y con ISO 5211 de placas de montaje de actuadores.



(a)

<sup>10</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 4

<sup>11</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1



(b)

**Fig. 2. 15 (a) Válvula de mariposa serie 20/21. (b) Partes de la válvula**  
**Fuente:** Manual Bray válvulas de mariposa.

### 2.6.1.1 APLICACIONES

Excelente resistencia a la corrosión, resiste un amplio rango de ambientes químicos tal como soluciones salinas, agua salada, atmósferas marinas, aceites, grasas y productos de petróleo.

Permite aplicaciones Sanitarias, inerte al crecimiento de hongos y moho, altamente resistente a las manchas.

### 2.6.1.2 MATERIALES

Los materiales de construcción para las válvulas Fig. 2.15b, se presentan en el cuadro 2.9.



MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA LAS VALVULAS SERIES 20/21		
N.-	DESCRIPCION	MATERIAL
K	CUERPO	Hierro gris ASTM A Clase 126 B
		Acero Dúctil ASTM A395
		Acero Inoxidable 316 ASTM A351 CF8M
		Aluminio ASTM B26 Clase B
E	ASIENTO	Buna – N – Grado Alimenticio
		EPDM – Grado Alimenticio
		FKM*
		Buna – N blanco - Grado Alimenticio
		EPDM Forrado de PTFE
A	DISCO/VASTAGO	<b>Todo de Metal</b> Una pieza de 1" – 12" (Fundición de Acero) Acero Inoxidable 316 ASTM A351 Tipo CF8M Castello®, C-22 ASTM B494 Tipo CX2MW, 14" – 20"
		<b>Moldeado en Hule</b> Material Moldeado de 2"– 12" en una pieza de Acero Inoxidable empotrado (Fundición de Acero) EPDM Acero Inoxidable de 17-4 pH por ASTM A747 Buna –N- 17-4ph Acero Inoxidable por ASTM A747 <sup>12</sup>
		<b>Moldeado en PTFE</b> Moldeado en PTFE de 2"–12" en una sola pieza de Acero Inoxidable empotrado (Fundición de Acero) Acero Inoxidable de 17– 4ph por ASTM A747 Tipo
		<b>Con recubrimiento de Halar®,</b> Con recubrimiento de Halar®, de 2"–12" en Una Pieza de Acero Inoxidable empotrada (Fundición de Acero) Acero Inoxidable de 17– 4ph por ASTM A747 Tipo
C	SELLO DEL VASTAGO	Acero
B	BUJE PARA VASTAGO	Acetal
6	PERNO DEL CUERPO	Acero

**Cuadro 2. 9 Materiales de construcción para las válvulas series 20/21.**

**Fuente:** Manual Bray válvulas de mariposa.

<sup>12</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO1

### 2.6.1.3 RANGOS

Cuando la válvula se coloca entre las bridas para cierre bidireccional hermético de burbuja, el disco en posición de cierre, los rangos se presentan en el siguiente cuadro 2.10.

RANGOS DE PRESION PARA LAS VALVULAS SERIES 20/21		
DESCRIPCION	MATERIAL	PRESION
Disco/Vástago Para Válvulas de asiento resistente	Acero Inoxidable 316 y Castello, C: 1" – 20" (25mm-500mm)	150 psi (10 bar)
	Moldeada en EPDM y Buna – N 2" – 20" (50mm – 500mm)	150 psi (10 bar)
Disco/Vástago para Válvulas de asiento PTFE	Acero Inoxidable 316 y Hastelloy, C: 2" – 12" (50mm – 300mm)	150 psi (10 bar)
	Moldeada en PTFE: 2" – 12" (50mm – 300mm)	150 psi (10 bar)
Para Aplicaciones de Servicio Terminal	Con bridas instaladas corriente hacia abajo	150 psi (10 bar)
	Con bridas no de corriente hacia abajo 2" -12"	75 psi (5 bar)
	14" – 20"	50 psi (3.5 bar)

**Cuadro 2. 10 Rangos de presión para las válvulas series 20/21.**

**Fuente:** Manual Bray válvulas de mariposa.

### 2.6.2 CARACTERISTICAS DEL ACTUADOR SERIE 92/93

Los actuadores neumáticos bray serie 92/93 Fig. 2.16 a, son de cremallera y pistón y se ofrecen de dos maneras: de simple acción y de doble acción. Nuestros actuadores son clase 140 psi (10 bar) y un rango de temperatura de 40°C a 95°C. Las guías de acetato en los pistones las cuales con su bajo coeficiente de fricción dan una mayor vida al producto, y a la vez absorben los embates laterales de los pistones.

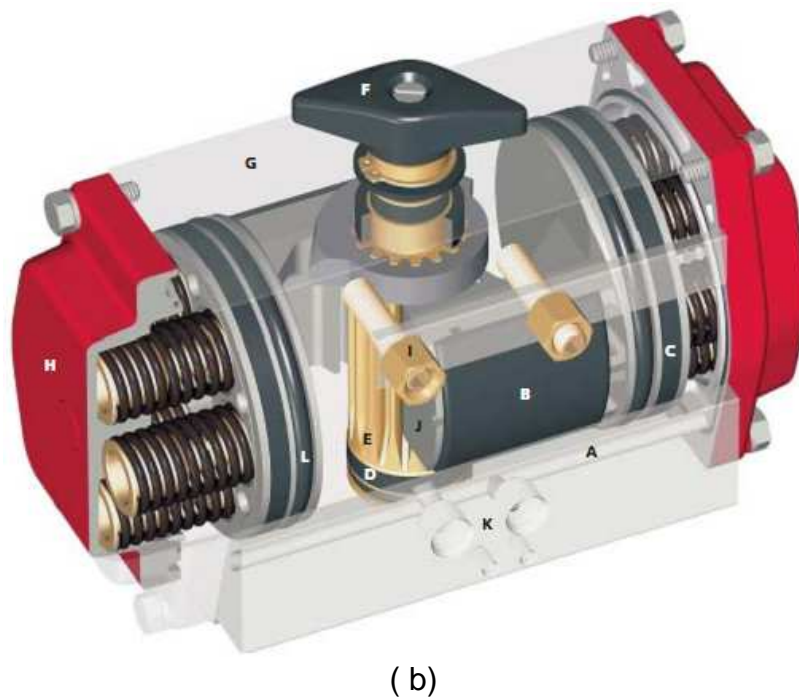
Otras ventajas incluyen acceso integral en los puertos de entrada de aire los cuales reducen el costo de daños en ductos exteriores de otros diseños. También incluimos indicador de posición y ajustes de carrera. Nuestro diseño patentado de la unidad de retorno con resortes es de las mismas dimensiones que la de aire-aire. Los resortes Fig. 2.16 b son seguros ya que son cartuchos y no resortes sueltos, el sistema de cartuchos de resortes es de gran flexibilidad y economía con más de 30 torques y es estándar para servicios de 40, 60, 80 y 100 psi (3, 4, 5, 6 y 7 bar). Los puertos de entrada de aire en todas los actuadores series 92/93 están con dimensiones NAMUR.<sup>13</sup>



( a )

---

<sup>13</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 4



**Fig. 2. 16 (a) Actuador neumático serie 91/92. (b) Partes del actuador.**  
Fuente: Manual Bray actuadores.

### 2.6.2.1 MATERIALES

Los materiales de construcción para los elementos de los actuadores Fig. 2.16b, se presentan en el cuadro 2.11.

MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA EL ACTUADOR SERIE 20/21		
N.-	DESCRIPCION	MATERIAL
H	TAPAS	Aleación de Aluminio Die Cast con Recubrimiento de Poliester resistente a la Corrosión.
J	PISTON	Aleación de Aluminio Die Cast.
D	RODAMIENTOS DEL EJE	Acetal
C	GUIAS DEL PISTON	Acetal
5	SUJETADORES	Acero Inoxidable.
L	SELLOS DE ORING	Buna – N.

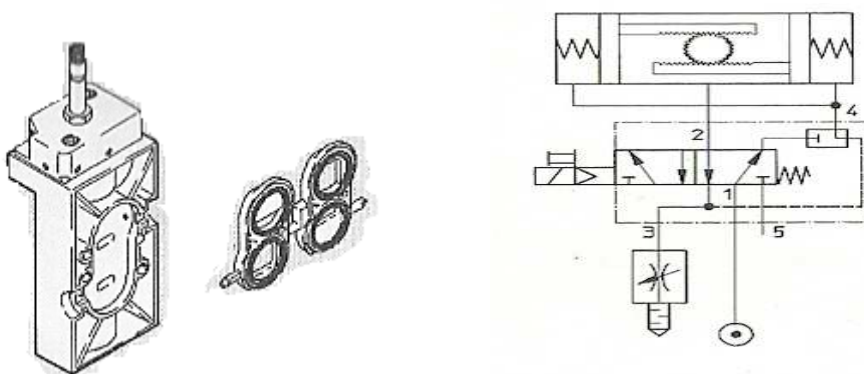
**Cuadro 2. 11 Materiales de construcción para los actuadores series 20/21.**  
Fuente: Manual Bray actuadores.

### 2.6.3 CARACTERISTICAS DE LAS ELECTROVALVULAS NAMUR FESTO MVF3-MOH-5/2-K-1/4-EX

Este modelo de electroválvula de pilotaje 3/2 y 5/2 Fig. 2.17, tiene una alta fiabilidad de funcionamiento.

Mediante conmutación eléctrica, la válvula aplica presión alternada o simultanea a los ramales de aire comprimido.

Si se utiliza como válvula de 3/2 vías (cambiar junta) existe la posibilidad de retroalimentación de aire de escape. Esta función evita que un accionamiento de efecto simple absorba aire del ambiente. En este caso la cámara de resorte del accionamiento se conecta con el aire de escape de la válvula.



**Fig. 2.17 Electroválvula Namur**  
Fuente: Datos técnicos festo

#### 2.6.3.1 APLICACIONES

Se utiliza para el accionamiento de actuadores rotativos (válvulas de bola y de mariposa), de simple o doble efecto, y para actuadores de pistón o de membrana (válvulas de globo o de diafragma).

El dispositivo debe de funcionar solo con aire comprimido de calidad de clase 5. Estos productos no están previstos para utilizarse con gases y fluidos.

Los dispositivos pueden utilizarse bajo las condiciones de funcionamiento en zonas 1 y 2 de atmosferas de gas con riesgo de explosión, así como en zonas 21 y 22 de atmosferas de polvo potencialmente explosivas.

#### 2.6.4 CARACTERISTICAS DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD

El bray 2N1 proxsensor Fig. 2.18, ofrece dos sensores de proximidad inductivos encapsulados en un contenedor completamente sellado y compacto. Los dos sensores están completamente encapsulados con una resina epóxica en un contenedor de nylón para una superior protección contra humedad, químicos y corrosivos. El Serie 52 ofrece indicadores LED, un indicador de alta visibilidad local, sensores no magnéticos y un conector de cable eléctrico de multi-pin.

La Serie 52 se monta directamente a los actuador es Bray o puede ser montado para indicar la posición de una válvula operada manualmente.



**Fig. 2. 18 Sensores de proximidad serie 52**  
Fuente: Manual Bray accesorios.

### 2.6.4.1 APLICACIONES

La series 52 son la mejor solución para aplicaciones donde:

- Es necesario conocer la posición de las válvulas.
- En sistemas rápidos de control electrónico que requieren una señal de entrada con contactos de no rebote y bajo consumo de energía.
- Larga vida de servicio y gran fiabilidad.
- Permite ambientes hostiles, humedad, químicos y resiste a la corrosión.

### 2.6.4.2 RANGOS

Los rangos en los que se presentan los sensores de proximidad se encuentran en el siguiente cuadro 2.12.

RANGOS DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD SERIES 52		
PARAMETROS	AC ASCENSOR	DC SENSOR
Fuente de voltaje	20-250 VAC	10-30 VDC
Frecuencia de línea	40-60 Hz	-
Carga	500 mA	200 mA
Velocidad de corriente	0.7A/2 cycles (33 ms)	-
Corriente de fuga	1.7 mA Max.	20uA Max.
Caída de voltaje	6 V	1.8 V
Estado de salida	2 LED's Red	2 LED's Red
Función de salida	Normally Open	Normally Open
Frecuencia de interruptor	20 Hz	1,000 Hz
Desviaciones interruptor	+/-10% Sr	+/-10% Sr
Diferencia de viaje	+/-2-15% Sr	+/-2-15% Sr
Material de carcasa	PA12-GF30 Nylon	PA12-GF30 Nylon
Rango de temperatura	-25°C to +70°C	-25°C to +70°C
Cable de salida	5 pin Mini	4 pin Euro
Tipo de protección	NEMA 4, 4X, 6, 12, IP 65,66,67	NEMA 4, 4X, 6, 12, IP 65,66,67

**Cuadro 2. 12 Rangos de los sensores de proximidad series 52.**

Fuente: Manual Bray accesorios.

## **CAPITULO III**

### **REDISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS POR PESO.**

#### **3.1 ANTECEDENTES**

La planta procesadora de alimentos balanceados de Puenbo PRONACA, es una empresa ubicada en la vía Interoceánica Km. 21, está planta arrancó con una producción de alimentos para aves, luego continuó con alimento para caballos y actualmente además de los anteriores tiene una producción de alimentos para cerdos, bovinos, codornices, pavos y mascotas.

Para un mejor entendimiento de los equipos utilizados en la planta, se realiza una breve descripción del proceso de elaboración alimento balanceado.

Las materias primas necesarias para la elaboración de alimento balanceado llegan hasta la planta ya sea a granel o en fundas, estas son descargadas y almacenadas, la materia prima en fundas es almacenada en una bodega y la que ingresa a granel, es descargada a transportadores, los cuales llevan al producto hacia elevadores de cangilones, luego de ser elevada la materia prima se deja caer por gravedad a través de un tubo redondo hacia un distribuidor que es el encargado de direccionar el producto a un silo específico, una vez en el silo de destino la materia prima que no necesita ser molida es dosificada directamente a una balanza y la que si requiere ser molida tiene que pasar por la molienda, para luego ser nuevamente llevada a un silo de destino y ser dosificada en una tolva balanza, en la misma que se dosifican todos los ingredientes sólidos, una vez que se completa la dosificación se abre una compuerta que tiene la balanza y deja caer el producto hacia la mezcladora en donde se completa la formula con los ingredientes líquidos, la dosificación de los líquidos se realiza a través de bombas



desde los tanques diarios o de almacenamiento hasta la mezcladora de producción, la cantidad de dosificación se mide a través de flujo metros del tipo rotativos (Oval Gear Wheel), la mezcla se la realiza durante un tiempo ya establecido, luego del cual el producto balanceado se deja caer a un transportador y nuevamente llega a un silo de producto terminado, donde ya está listo para ser despachado, de igual manera hay dos presentaciones en las que presenta el alimento balanceado, la una es en fundas de 45 Kg. y que salen en camiones de los distribuidores autorizados y la otra es a granel es decir llenadas en un vehículo especial llamado granelero que tiene un mecanismo de transportadores para despachar el alimento, este alimento balanceado es llevado a granjas propias del Grupo Pronaca. (Ver plano P-1 en los anexos 9).

Para un mejor entendimiento del proceso de elaboración de alimento balanceado, a continuación se muestra un diagrama de bloques (Fig. 3.1)

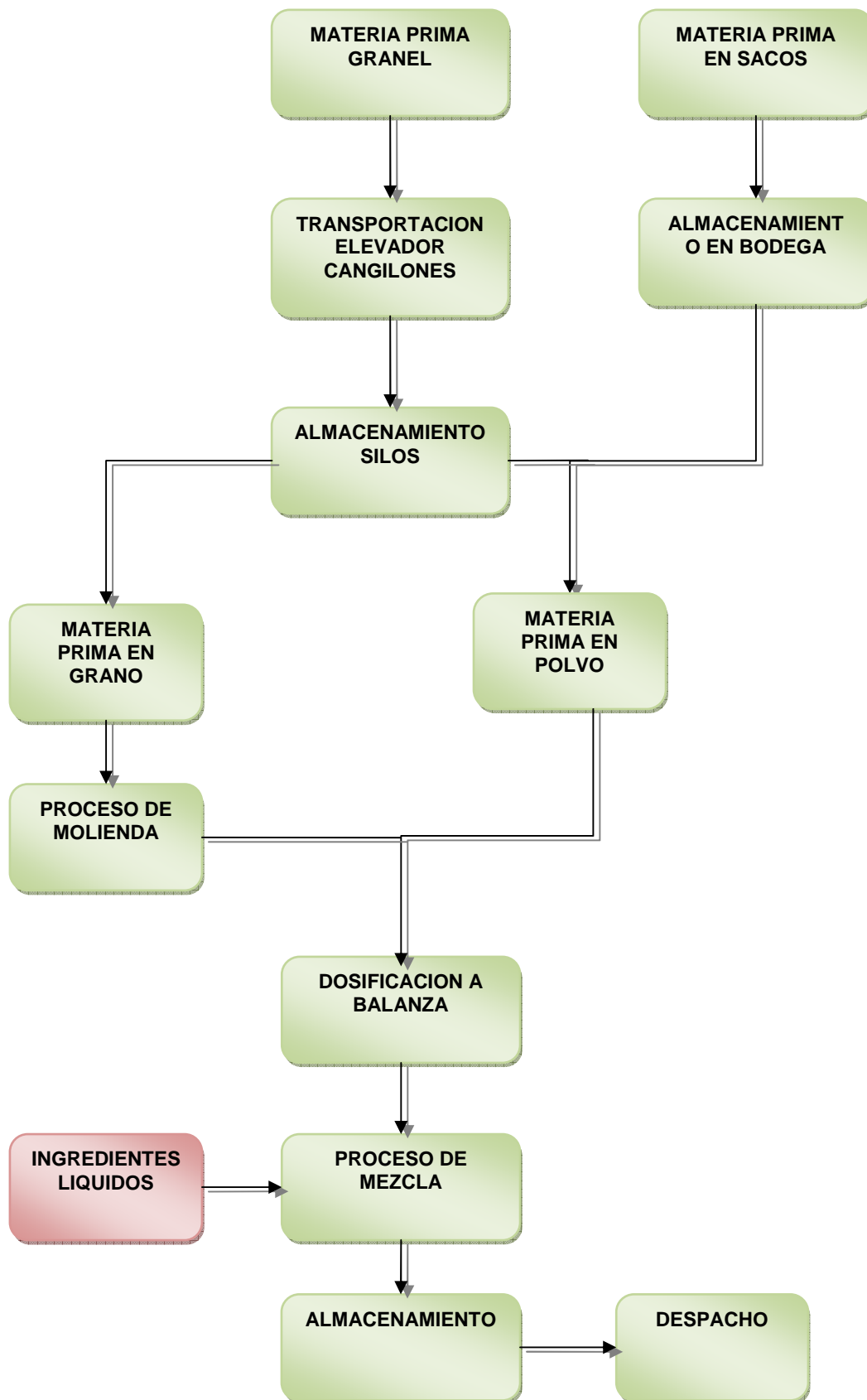


FIG.3. 1Diagrama de bloques proceso elaboración balanceado.

### 3.2 DESARROLLO DEL PROBLEMA

La variabilidad de las condiciones de los ingredientes líquidos (densidad, temperatura, concentración), han hecho que los sistemas de mediciones actuales de flujo no sean tan exactos, estos errores en la medición, afectan a los inventarios. Lo que generan pérdidas de dinero al sobre dosificarse y subdosificarse los líquidos en las recetas.

El tiempo, la contaminación de los líquidos han hecho que los flujo metros del tipo rotativos (Oval Gear Wheel) se hayan ido deteriorando, perdiendo sus características, que con llevan a producir errores en las mediciones.

Una vez determinado el problema se ve la necesidad de construir un nuevo sistema de dosificación de líquidos, que sustituya al antiguo sistema.

Para lo cual se tiene que realizar un levantamiento de flujo gramas de los procesos, elaboración de planos de las instalaciones y tener los datos respectivos de los líquidos (cantidades, tolerancias) para el diseño del nuevo sistema.

En la actualidad existen varios sistemas de dosificación de líquidos, para lo cual, determinamos cual era la mejor opción para solucionar nuestro problema, entre los mas importantes estuvieron un sistema de dosificación a través de caudalímetros másicos, y un sistema de dosificación de líquidos a través de un sistema de medición por peso.

Por lo cual realizamos un cuadro comparativo de ventajas y desventajas entre estos sistemas a fin de seleccionar el mejor.( Cuadro 3.1)

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Sistema de dosificación a través de caudalímetros másicos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son unidades que permiten medidas directas de masa de fluido, masa total, densidad, temperatura, fluido volumétrico, volumen total.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita de más elementos como transmisores para su funcionamiento lo que involucra más puntos de mantenimiento.</li> <li>• Los sensores están limitados a un solo tipo de fluido no se puede mezclarlos por errores de lectura.</li> <li>• Largas contribuciones de aire provocan distorsiones de las medidas.</li> </ul>
<b>Sistema de dosificación de líquidos a través de un sistema de medición por peso.</b>	<p>Permiten o involucra una sola magnitud de medida el peso, no son objeto de más cantidades influyentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita de más elementos como indicadores y módulos de pesaje para su funcionamiento lo que involucra más puntos de mantenimiento.</li> <li>• Necesita de calibración y ajuste.</li> </ul>

**Cuadro 3. 1 Ventajas y desventajas de sistemas de dosificación de líquidos.**  
**Fuente:** Manual Siemens Electromagnetic flowmeter.

Luego de realizar este análisis se llegó a la conclusión que el mejor sistema, para reemplazar al sistema por flujo metros, es el sistema de dosificación de líquidos utilizando un sistema de medición por peso.

El sistema de dosificación de líquidos utilizando un sistema de medición por peso se ubicara en el cuarto de microsistemas, el mismo que contara con tres tanques balanza (uno para micro líquidos, otro para aceites y el otro para melaza).

Estos tanques balanza dispondrán de un sistema de pesaje con tres juegos de módulos de pesaje que serán el apoyo de los mismos y estarán conectados a una caja de unión con un indicador de peso ind780, el cual recibirá el valor de peso del contenido de los tanques y lo enviara al plc utilizando protocolo de comunicación ethernet ip.

Para determinar que la tolerancia sea lo mas exacta posible y conseguir el afino del peso se realizo el siguiente análisis, es decir mediante un cuadro comparativo de ventajas y desventajas entre las válvulas (manifolds) y los VF (variadores) .  
(Cuadro 3.2)

Tipo de controlador	Ventajas	Desventajas
<b>MANIFOLDS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El disco o vástago de las válvulas mariposa disponen de un cierre hermético de burbuja.</li> <li>• El cierre y apertura de las válvulas que conforman los manifolds garantizan los niveles de exactitud por tener una velocidad de operación de 10 ciclos por minuto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor número de conexiones en las entradas de los tanques balanza.</li> <li>• Mayor número de señales de control incluídas en el proceso.</li> <li>• Se presentan mayor número de puntos de mantenimiento.</li> </ul>

<b>VF(VARIADORES)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El control de velocidad tiene una precisión estática del 20% del deslizamiento del motor y dinámica del 1%.con un tiempo de recuperación de 10ms con par nominal.</li> <li>• Relativo bajo costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variaciones en voltaje THD, aumento de corriente en el neutro.</li> <li>• Genera armónicos.</li> </ul>
-----------------------	---	---

**Cuadro 3. 2 Ventajas y desventajas de los manifolds y variadores de velocidad.**

**Fuente:** Manual Bray accesorios y Allen Bradley,datos agregados por editor.

Del cuadro realizado se concluyo que para lograr la dosificación exacta, se procederá a complementar las dos opciones, de acuerdo a la fórmula programada, se abre la válvula de dosificación gruesa y arranca la bomba respectiva en velocidad alta, una vez que se alcance el peso programado menos el valor de lento se baja la velocidad de la bomba mediante el variador para conseguir el afino del peso ayudada de la válvula de dosificación de fino con lo que se alcanza el valor programado.

Una vez que los componentes se encuentran completos se descargarán hacia la mezcladora, para conseguir esto se realizó un análisis entre dos tipos de bombas, las bombas lobulares y las bombas peristálticas. (Cuadro 3.3)

Tipo de bombas	Ventajas	Desventajas
<b>LOBULARES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las bombas lobulares son fáciles de limpiar y se caracterizan por una suave acción de bombeo. Tienen pocas cavidades, reduciéndose así el riesgo de crecimiento de bacterias y haciéndolas muy adecuadas para el trasvase de líquidos sensibles – desde colas hasta trozos de fresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Su coste es mayor y sus prestaciones de presión y velocidad son inferiores a las de las bombas de engranajes.</li> </ul>
<b>PERISTALTICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La bomba ALH es auto cebante .</li> <li>Ésta bomba puede funcionar indefinidamente en seco sin deterioro, así como girar en cualquier sentido de la marcha.</li> <li>Su construcción en acero y fundición dúctil Permite resistir contrapresiones de 15 Bar.</li> </ul>	.

**Cuadro 3. 3 Ventajas y desventajas de las bombas lobulares y peristálticas.**

**Fuente:** Manual Albin ALH, datos agregados por editor .

Por su funcionamiento en seco y demás cualidades las bombas peristálticas son las que cumplen nuestro requerimiento.

### **3.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El proyecto se compone de 3 fases principales:

Transporte de los líquidos desde los tanques reservorios hacia los tanques de pesaje.

Dosificación y pesaje de los líquidos en los respectivos tanques.

Transporte de los líquidos desde los tanques de pesaje hacia la mezcladora.

#### **3.3.1. TRANSPORTE DE LOS LIQUIDOS DESDE LOS TANQUES DE RESERVORIOS HACIA LOS TANQUES DE PESAJE.**

Tanto los Macro líquidos como los Micro líquidos se encuentran almacenados en tanques diarios o de almacenamiento, desde los cuales por medio de bombas de engranajes se los transportaran hacia los tanques de pesaje.

#### **3.3.2. DOSIFICACION Y PESAJE DE LOS LIQUIDOS EN LOS RESPECTIVOS TANQUES.**

La dosificación de los líquidos en cada uno de los tanques de pesaje es un trabajo conjunto de cuatro elementos: celdas de carga (incluyendo el indicador IND780), bombas , variadores de frecuencia y válvulas (manifolds). Para la dosificación de los líquidos se propone manifolds a la salida de cada una de las líneas .

El propósito de estos es tener una dosificación gruesa y otra fina con el fin de alcanzar los niveles de exactitud requeridos por el proceso.

El cierre y apertura de las válvulas anexo 4 que conforman el manifold estará supeditada a los set points de las celdas de carga .Una vez que el indicador envíe una señal ( a través del PLC),la bomba que arranco en velocidad alta, una vez que se alcance el peso programado menos el valor de lento ,se baja la velocidad de la bomba mediante el variador, para el afino del peso y la válvula mas grande se cerrara, de esta manera el líquido circulara por la válvula mas pequeña hasta alcanzar el peso deseado.

Al momento que esto suceda, la válvula pequeña se cerrara y se abrirá la válvula colocada en el fondo del tanque .Las bombas que se encuentran a la salida del



tanque de almacenamiento estarán comandadas por un variador de frecuencia anexo 3. El propósito de este variador es de tener un elemento adicional de control en el proceso de dosificación.

Cada tanque contara con tres celdas de carga. Las señales emitidas por estas celdas llegaran a una caja de unión anexo 5 la cual se comunicara con el indicador IND780. Una vez procesada la señal por el indicador, esta se dirigirá al PLC (Allen Bradley). El ciclo se cierra cuando el tanque llega a un nivel mínimo y se enciende nuevamente la bomba, ubicada a la salida del tanque de almacenamiento.

### **3.3.3. TRANSPORTE DE LOS LIQUIDOS DESDE LOS TANQUES DE PESAJE HACIA LA MEZCLADORA**

Una vez completado el pesaje de los líquidos, las bombas seleccionadas anexo 2 transportaran los fluidos desde los tanques de pesaje a la mezcladora. Tanto los tanques de pesaje como las líneas contarán con sensores de nivel y presión respectivamente anexo 6. Además en cada línea se instalara una entrada de aire comprimido para purgar la tubería en cada ciclo automáticamente.

## **3.4 REDISEÑO, CÁLCULO Y SELECCION ELECTRONICA Y MECANICA DEL SISTEMA DE DOSIFICACION**

A continuación se detalla todo el dimensionamiento y criterios de selección de los diferentes elementos de los que constara el proyecto de dosificación de líquidos, por lo cual el presente sistema requiere que la electrónica y la mecánica se complementen eficientemente.

### **3.4.1 DEFINICION DE LAS CANTIDADES, TIEMPOS, TOLERANCIAS DE LOS MACROLIQUIDOS Y MICROLIQUIDOS.**

Una vez definido el problema, y previo al desarrollo del proyecto, es necesario analizar algunos aspectos como son las cantidades, tiempos y tolerancias necesarios para ejecutar el proceso de la dosificación de líquidos. (Cuadro 3.4)

CARACTERISTICAS DEL FLUIDO-TIEMPOS								BOMBA					
NOMBRE	DENSIDAD	TEMPERATURA	CANTIDAD A DOSIFICAR			TIEMPO DE DOSIFICACION		MARCA	MODELO	CAPACIDAD			TOLERANCIA
	kg/m <sup>3</sup>	°c	kg			seg				kg/min	kg/min	gpm	kg
			MAX	MIN	CALCULADO	ACTUAL	CALULADO			ACTUAL	REQ	REQ	
<b>MICROLIQUIDOS</b>													
ALIMET	890	30	9,9	0,135	<b>9,9</b>	18	50	VIKING	CV1341	32,4	IGUAL	8	0,321
COLINA	750	30	20,6	0,27	<b>20,6</b>	45	50	LOBEE	4LOE-S	27,3	IGUAL	8	0,207
LUCTAMOLD	1082.5	30	4,7	0,675	<b>4,7</b>	7	50	LOBEE	4LOE-S	39,4	IGUAL	8	0,135
<b>MACROLIQUIDOS</b>													
ACEITE DE PALMA	830	50	180	6,75	<b>180</b>	136	22	VIKING	HL-125	79,2	498,668	118	3,4
ACEITE DE PALMISTE	930	50	180	6,75	<b>180</b>	75	75	VIKING	HL-4125	143,7	144	34	3,4
MELAZA	1470	30	180	13,5	<b>180</b>	81	44	VIKING	KK-124	133,7	245,108	58	14,2

SPRAY DE LIQUIDOS						BOMBA					
NOMBRE	DENSIDAD	TEMPERATURA	CANTIDAD A DOSIFICAR			TIEMPO DE DOSIFICACION	MARCA	MODELO	CAPACIDAD		
	kg/m <sup>3</sup>	°c	Kg			Seg			kg/min	gpm	
			MAX	MIN	CALCULADO	REQUERIDO			REQUERIDO	REQUERIDO	
INYECCION ACEITES DE PALMA – PALMITE	1077	50	360	13,5	<b>180</b>	60	ALBIN	ALH50	177,49	42	
INYECCION MELAZA	1410	30	180	13,5	<b>110</b>	60	ALBIN	ALH65	109,81	26	
INYECCION MICROLIQUIDOS	980	30	35,2	1,08	<b>45</b>	50	ALBIN	ALH32	54,93	13	

**Cuadro 3. 4 Definición de tiempos, cantidades y tolerancias de los líquidos.**

**Fuente:** David Rodríguez

### 3.4.2. DISEÑO E IMPLEMENTACION ELECTRONICA

#### 3.4.2.1 AUTOMATIZACION

##### SITUACION ACTUAL

##### a. HARDWARE

PLC Allen Bradley SLC 500 con procesador 5/05, La periferia del controlador es local de la serie 1746, colocada en tres chasis locales los cuales contienen los siguientes elementos:(Cuadro 3.5)

HARWARE			
ITEM	No. CATALOGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1746-IB32	Módulo de 32 Entradas Digitales (24VDC)	7
2	1746-IM16	Módulo de 16 Entradas Digitales (VAC)	2
3	1746-NI8	Módulo de 8 Entradas Análogas	1
4	1746-HSCE2	Módulo de Contadores Rápidos	2
5	1746-OW16	Módulo de 16 Salidas Digitales (Relé)	5
6	1746-OB16	Módulo de 16 Salidas Digitales (24VDC)	2
7	1746-OA16	Módulo de 16 Salidas Digitales (VAC)	2
8	1746-NO4I	Módulo de 4 Salidas Análogas	1
9	1747-SN	Scanner Comunicaciones RIO	1

#### Cuadro 3. 5 Elementos del hardware actual.

Fuente: David Rodríguez

Dentro de la red rio, el plc de bacheo se comunica con las balanzas de micro ingredientes y macro ingredientes.

Existen 3 computadores de proceso: macros, expandido – peletizado y transporte – molienda, la aplicación es la misma, la configuración de los equipos varía según el proceso que este manejando.

## Equipos de campo

Existen seis ingredientes líquidos que son dosificados mediante bombas, válvulas de ingreso a la mezcladora y flujo metros de pulsos rápidos o lentos.

- Aceite de palma
- Aceite de palmiste
- Melaza
- Alimet
- Colina
- Luctamold

### b. SOFTWARE

SOFTWARE	
UTILITARIO	SOFTWARE
Sistema Operativo	Windows XP Service Pack 2 2002
Scada	Wonderware Intouch Runtime 10.0
Base de Datos	Microsoft® SQL Server 2005 Standard Edition

### Cuadro 3. 6 Elementos del software actual

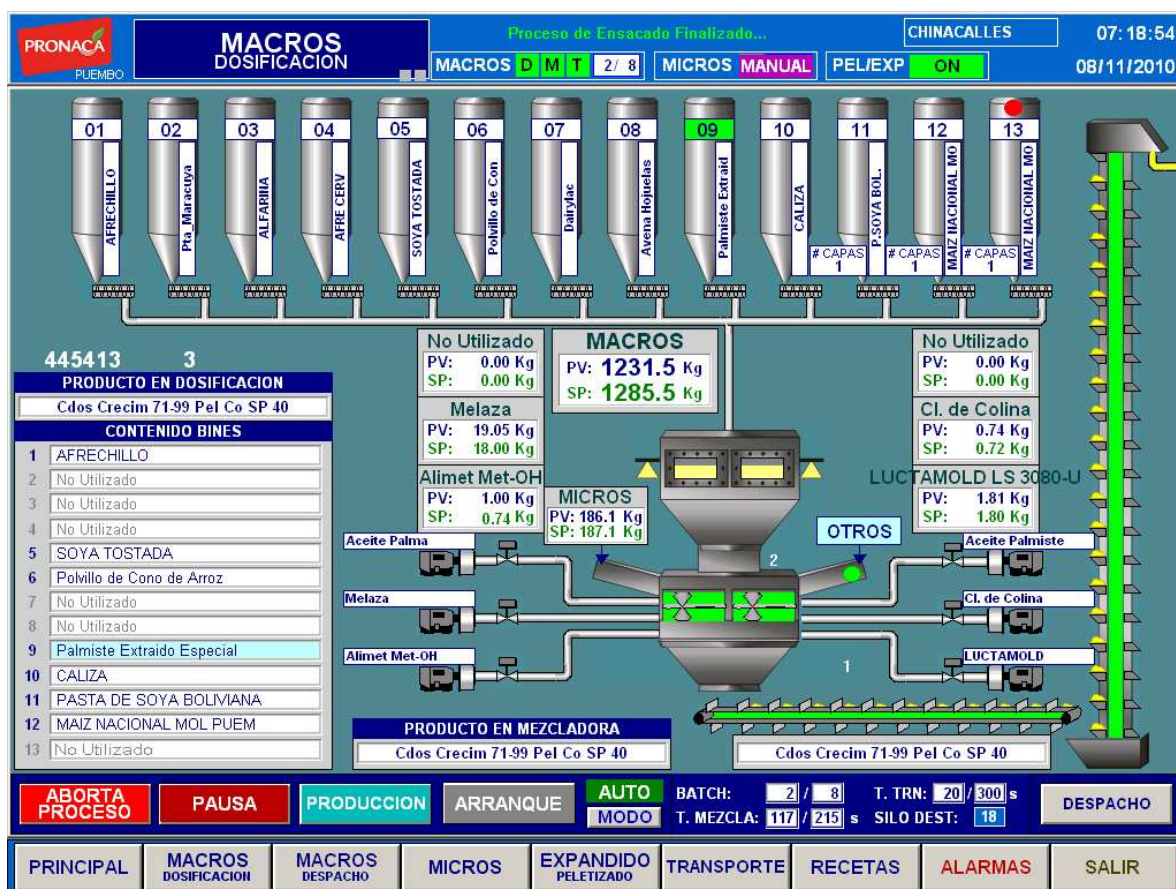
Fuente: David Rodríguez

### c. PROGRAMACION

La dosificación de los ingredientes líquidos en la actualidad se realiza de la siguiente manera:

- Una vez que se arranca una orden de producción la receta es enviada al PLC.
- Empieza la dosificación de los ingredientes sólidos en la balanza de producción.
- Una vez que completa la dosificación en la balanza, se abre una compuerta y todo el producto cae a la mezcladora.

- Luego de 20 segundos de mezcla de los ingredientes sólidos, empieza la dosificación simultánea de los ingredientes líquidos.
- Se enciende la bomba y la respectiva válvula; y mediante contadores de pulsos se determina la cantidad en kilos que se desea dosificar.(Fig.3.2).
- Una vez que el peso es completado, se apaga la bomba y la válvula.
- El valor dosificado es capturado y llevado a la base de datos para los reportes respectivos.
- El tiempo de mezcla es de 215 segundos, pero si el ingrediente líquido no es dosificado en su totalidad no se abrirá la compuerta de la mezcladora.
- La conversión de pulsos en kilogramos se realiza mediante la utilización de factores por cada bomba de dosificación.
- Existen parametrizadas alarmas por sub y sobre dosificación del ingrediente líquido según la tolerancia que fue cargada en el sistema y en base del tamaño del batch.



**FIG.3. 2 Pantalla actual de dosificación de líquidos interfaz intouch.**

**Fuente: David Rodríguez**

## SITUACION FUTURA

### d. HARDWARE

Al PLC existente se aumentaran los siguientes módulos. ( Cuadro 3.7)

HARDWARE			
ITEM	No. CATALOGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	1746-IB32	Módulo de 32 Entradas Digitales (24VDC)	2
3	1746-NI8	Módulo de 8 Entradas Análogas	1
6	1746-OB16	Módulo de 16 Salidas Digitales (24VDC)	2

#### Cuadro 3. 7 Elementos del hardware requerido.

Fuente: David Rodríguez

Dentro de la red rio, el plc de bacheo se comunicara a un nuevo Indicador de peso ind 780 mettler toledo el cual transmitirá el peso de las tres balanzas a instalarse

Se mantienen los tres computadores principales: macros, expandido – peletizado y transporte – molienda. Pero el computador de macros maneja la aplicación de dosificación de líquidos. De igual manera los cambios de aplicación se realizaran en los tres computadores.

#### Equipos de campo

Los seis ingredientes líquidos se agruparan en 3 grupos. (Según diagrama de Anexo 2):

Grupo 1: Micro líquidos: Alimet, Colina y Luctamold

Grupo 2: Aceites: Aceite de Palma y Aceite de palmiste

Grupo 3: Melaza

Cada Grupo estará compuesto por:

- Sistema de dosificación del liquido (Bomba, 2 Válvulas (dosificación gruesa y fina), Válvula de seguridad, sensor de nivel).
- Variador de velocidad para la dosificación en alta y baja velocidad
- Balanza de pesaje

- Bomba desde la balanza hacia la mezcladora
- Válvula de apertura de la balanza
- Válvula de limpieza de tubería
- Sensor de flujo en la línea hacia la mezcladora

#### **e. SOFTWARE**

Sin cambios.

#### **f. PROGRAMACION**

La dosificación de los ingredientes líquidos en la actualidad se realiza de la siguiente manera:

- Una vez que se arranca una orden de producción la receta es enviada al plc.
- Empieza la dosificación de los ingredientes sólidos en la balanza de producción.
- Simultáneamente que empieza la dosificación de los ingredientes sólidos, también empieza la dosificación de los ingredientes líquidos hacia las balanzas respectivas.
- Una vez que se completa el peso en las balanzas de los ingredientes líquidos, estos esperan que caigan los ingredientes sólidos desde la balanza.
- Luego de 20 segundos (tiempo seteable) que los ingredientes sólidos hayan caído hacia la mezcladora se adicionara los ingredientes líquidos que están en las balanzas.
- Una vez que el peso de las balanzas se aproxime a cero, se procederá con la limpieza de la tubería mediante la activación de la válvula de limpieza.
- Una vez que ya este vacía la balanza, se procederá con el pesaje del siguiente batch, independiente que la dosificación de los ingredientes sólidos no haya empezado.
- La única permisión para no continuar con el pesaje será el número de batch que se vaya a producir.
- El sensor de flujo considerado en la línea ayudara a determinar si el ingrediente liquido esta o no ingresando hacia la mezcladora, caso contrario emitirá una alarma de no flujo.

- Los sensores de nivel bajo, evitara que ninguna de las bombas trabaje en vacio.
- Todas las válvulas tendrán su señal de confirmación.
- El proceso de dosificación se realizara según método de corte grueso y fino (o producto en vuelo) lo cual esta descrito en el plano P\_2 anexos 9.

PRONACA PUEMBO **RECETAS MACROS** Proceso de Ensayado Finalizado... CHINACALLES 07:17:49  
 MACROS D M T 2 / 8 MICROS MANUAL PEL/EXP ON 08/11/2010

**PRODUCTO:** Engorde 1 Plv Co SP 40Kg **CODIGO:** T111M2GB  
**PROD.ABR:** ENG 1 COM  
**KG AGUA:** 0.00

TOLVA	CODIGO	INGREDIENTE	CORTE1	CORTE2	PESO [Kg]
R01	---	----	0.0	0.0	0.00
R02	---	----	0.0	0.0	0.00
R03	---	----	0.0	0.0	0.00
R04	---	----	0.0	0.0	0.00
R05	M50203TA	SOYA TOSTADA	100.0	25.0	45.00
R06	M40142MA	PoMillo de Cono de Arroz	20.0	5.0	18.89
R07	---	----	0.0	0.0	0.00
R08	---	----	0.0	0.0	0.00
R09	---	----	0.0	0.0	0.00
R10	M60001MA	CALIZA	50.0	11.0	25.55
R11	M50006MC	PASTA DE SOYA BOLMANA	100.0	20.0	595.75
R12	---	----	0.0	0.0	0.00
R13	M40002KA	MAIZ NACIONAL MOL PUEM	130.0	24.0	1056.44

BOMBA	CODIGO	INGREDIENTE	M.F.S. Kg	FACTOR	PESO [Kg]
01	---	----	0.00	195.00	0.00
02	---	----	---	0.63	0.00
03	M51004IB	Alimet Met-OH	---	22.00	5.32
04	---	----	---	175.00	0.00
05	M70202IB	Cl. de Colina	---	365.00	0.72
06	M80712IB	LUCTAMOLD LS 3080-U	---	350.00	1.80

BIN	CODIGO	INGREDIENTE	PESO [Kg]
01	---	----	0.00
02	M51012NB	Biolys (Lisina 50%)	6.03

Nº	CODIGO	INGREDIENTE	PESO [Kg]	P-M	Nº	CODIGO	INGREDIENTE	PESO [Kg]	P-M
01	W111M2G0	Engorde 1 Plv Co S	25.00	<input type="checkbox"/>	06	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>
02	M60013NB	FOSFATO DICALCICO	19.50	<input checked="" type="checkbox"/>	07	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>
03	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>	08	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>
04	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>	09	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>
05	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>	10	---	----	0.00	<input type="checkbox"/>

Nº	CODIGO	INGREDIENTE	PESO [Kg]
02	---	----	0.00
03	---	----	0.00
04	---	----	0.00

Ultima Actualizacion: 10/28/2011 **Peso Total: 1800.0 Kg**

MANEJO FORMULAS: CONSULTAR FORMULA, EDITAR FORMULA, NUEVA FORMULA, BORRAR FORMULA, GUARDAR FORMULA  
 SISTEMA BAAN: IMPORTAR FORMULA  
 INGREDIENTES: CONSULTAR INGREDIENTE

PRINCIPAL MACROS DOSIFICACION MACROS DESPACHO MICROS EXPANDIDO PELETIZADO TRANSPORTE RECETAS ALARMAS SALIR

**FIG.3. 3 Pantalla de formulación de recetas interfaz intouch.**  
**Fuente:** David Rodríguez

- Para un mayor control de sensibilidad se considera por cada línea de dosificación a la balanza, dos válvulas de diferente diámetro. La de mayor diámetro activara cuando el motor de la bomba este en velocidad alta, y la de



menor diámetro se activara cuando la motor de la bomba este en baja velocidad.

- En el sistema de recetas Fig.3.3 de bacheo se deben incluir las parametrización de corte grueso y corte fino en kg (similar a los ingredientes sólidos)
- Se debe configurar una pantalla adicional para el control de este sistema.
- La base de datos debe capturar los valores de peso dosificados de cada batch producido.
- Se mantendrán las tolerancias nutricionales en función del tamaño del batch.
- Se eliminara o depurara lo que ya no se utilizara (contadores rápidos).
- Los valores de Cortes deben ser cargados en la base de datos.

En la Figura 3.4 se muestra el diagrama de flujo de las secuencias de operación del pesaje de líquidos y en la Figura 3.5 se muestra el diagrama de flujo de las secuencias de operación de la dosificación de los líquidos a la mezcladora.

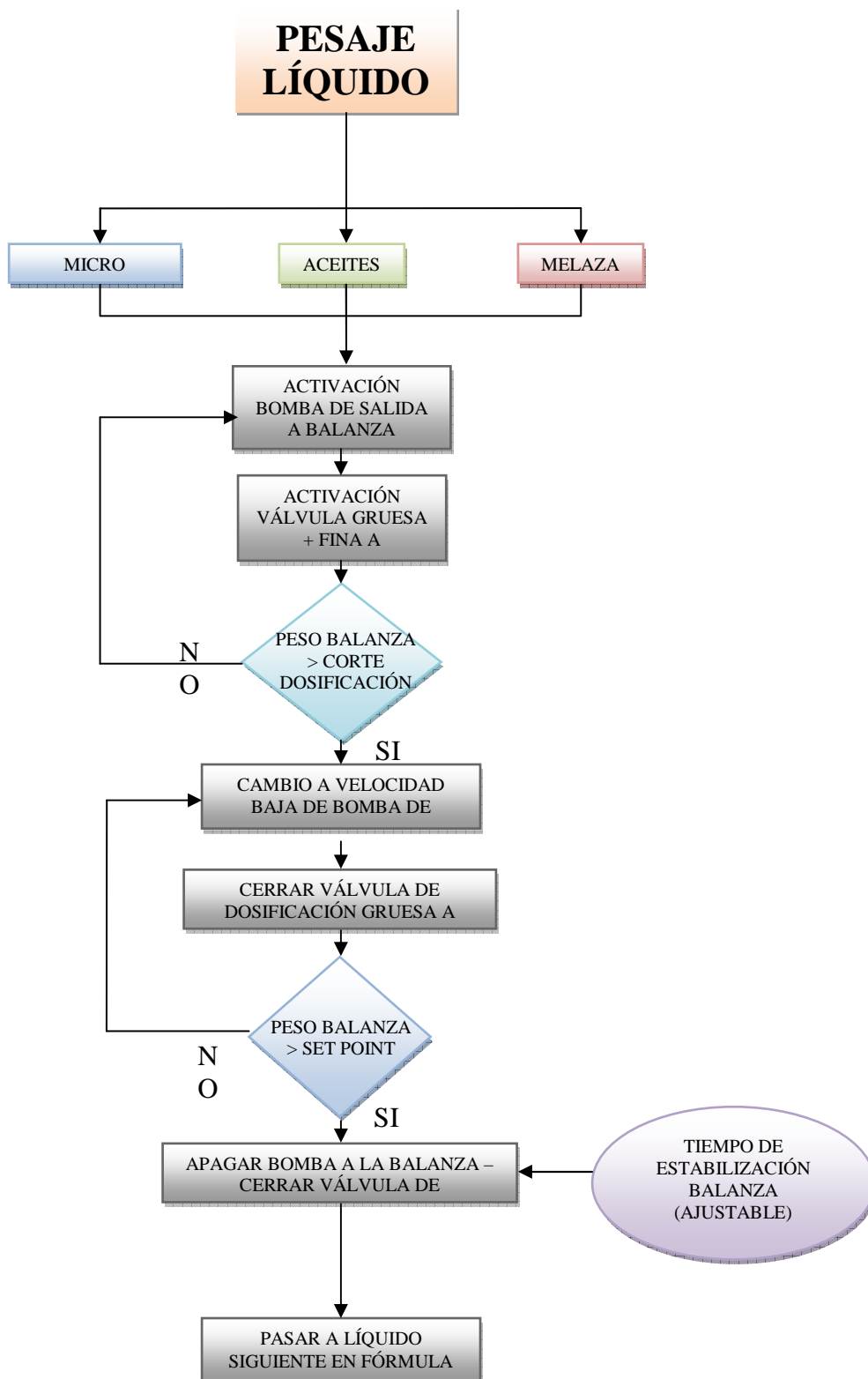


FIG.3. 4 Diagrama de flujo lógica de programación pesaje de líquidos.

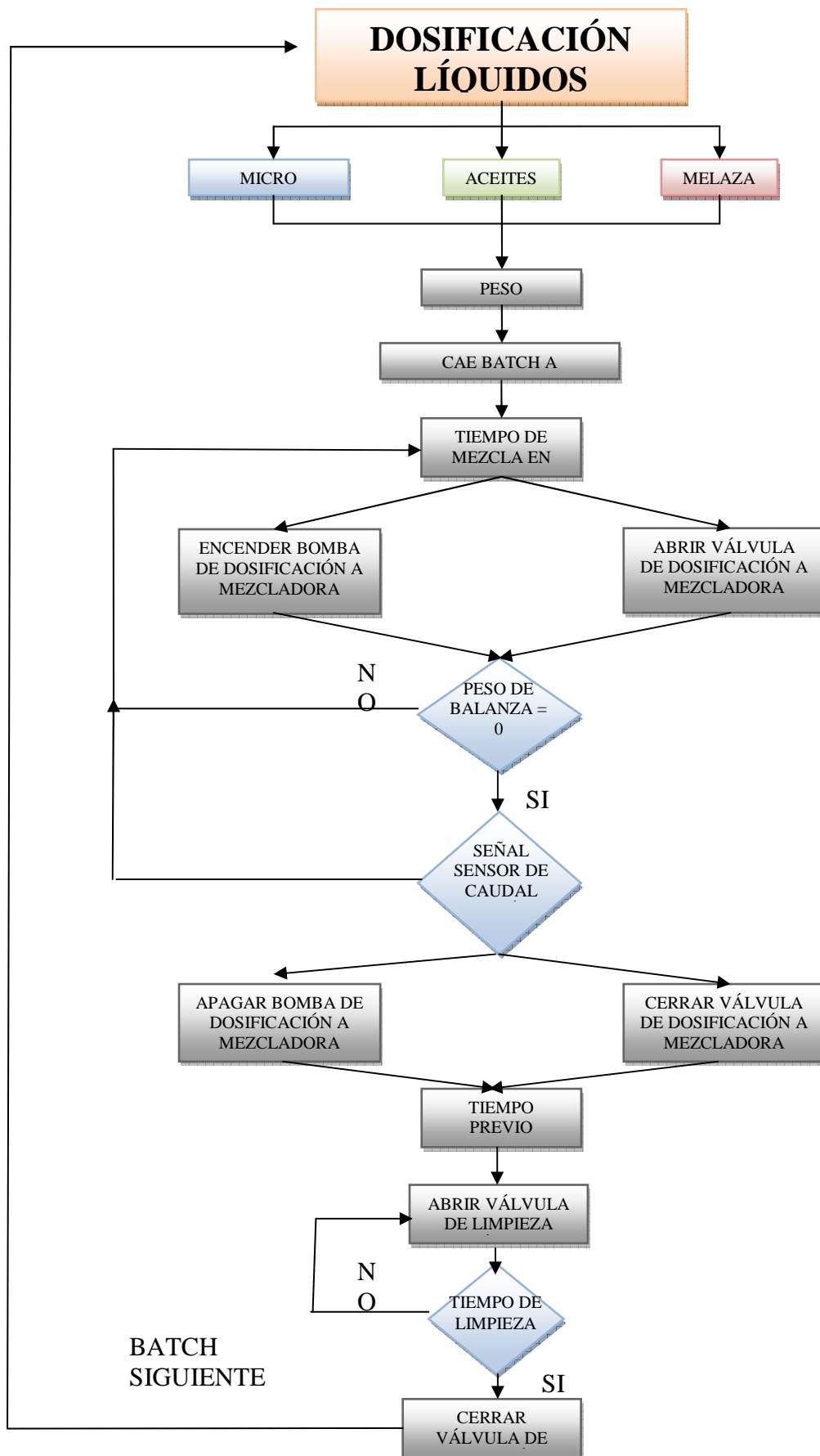


FIG.3. 5 Diagrama de flujo lógica de programación dosificación de líquidos .

### 3.4.2.2 MOTORES A SER INSTALADOS.

A continuación se dan las características de los motores de las bombas que constituyen el sistema de dosificación de líquidos:(Cuadro 3.8)

MOTORES						
DESCRIPCION	POTENCIA	TIPO DE ARANQUE	TYPE	IN CLASS	DESING	CODE
MOTOR DE ALIMET	2HP	VARIADOR	CWDM3558	F	B	L
MOTOR DE COLINA	2HP	VARIADOR	CWDM3558	F	B	L
MOTOR DE LUCTAMOLD	2HP	VARIADOR	CWDM3558	F	B	L
MOTOR ACEITE DE PALMA	10HP	VARIADOR	M2QA13214A	F	G	H
MOTOR ACEITE DE PALMISTE	10HP	VARIADOR				
MOTOR DE MELAZA	10HP	VARIADOR	1LA71356YA70	F	G	H
MOTOR BOMBA PERISTALTICA DE ACEITES	7,5HP	DIRECTO	M2QA132MGB	F	G	H
MOTOR BOMBA PERISTALTICA DE MELAZA	10HP	DIRECTO	1LA71356YA70	F	G	H
MOTOR BOMBA PERISTALTICA MICROLIQUITOS	3HP	DIRECTO	M2QA100L4A	F	G	H

**Cuadro 3. 8 Datos de los motores del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

### **3.4.2.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE ALIMENTACIÓN Y PROTECCIONES A MOTORES.**

El objetivo del cálculo de conductores eléctricos es encontrar los calibres AWG (American Wire Gage), que cumplan los requisitos necesarios de un sistema confiable y económico evitando conductores sobredimensionados, que se traduzcan en gastos innecesarios.

Para la aplicación de los criterios se requiere primero de la definición de la corriente que circulará por cada uno de los conductores en condiciones de plena carga (corriente nominal).

Para equipos de fuerza como son los motores se tomarán en cuenta las siguientes observaciones:

Para realizar el cálculo del calibre del conductor que alimentarán los motores, se tomaran en base a datos obtenidos de la tabla T-9 anexos 7, en la cual se especifica la corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna. En lugar de la corriente rotulada en la placa de características del motor.

Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella (Y) y funcionan conectados en delta ( $\Delta$ ), deben ir con la letra de código correspondiente a los KVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado para la conexión en estrella.

Los motores a frecuencia nominal de 60 y 50 Hz deben ir rotulados con la letra de código que indique los KVA por kilovatio o caballo con rotor bloqueado a 60 Hz.

Los conductores que alimenten un solo motor deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% de la corriente nominal del motor a plena carga.

Los principales criterios que se deben considerar para la especificación de un conductor son: capacidad de conducción de corriente para las condiciones de instalación y calibre mínimo permitido para aplicaciones específicas.

### 3.4.2.3.1 Motor Bomba de Alimet, Colina, Luctamold

#### Datos:

De la tabla T-10 anexos 7 se tiene que para una letra de código B:

KVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado: 3.15 – 3.53.

Motor 2HP, inducción con rotor jaula de ardilla, arranque con variador

De la tabla T-9 anexos 7 se tiene que para un motor de 2HP a 440Vac la corriente ( $I_n$ ) es: 3.4

#### Corriente del circuito de alimentación

$$I_c = 1,25 \times I_n$$

Donde:

$I_c$ : Corriente del conductor de alimentación

$I_n$ : corriente nominal a plena carga

$$I_c = 1.25 \times 3.4$$

$$I_c = 4.25 \text{ A}$$

#### Conductor del circuito de Alimentación

De la tabla T-11 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número (3 x 14) AWG, para el tramo de escalerilla.

De la tabla T-12 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número 14 AWG, para el tramo de tubería conduit rígida.

### **Protección del circuito de Alimentación**

De la tabla T-13 anexos 7 se tiene que para los motores jaula de ardilla con letra de código g el porcentaje de la corriente a plena carga para el ajuste de los dispositivos de protección es:

Interruptor automático de tiempo inverso =250.

Entonces:

$$I_{ATI}=2.5 \times I_n$$

IATI: Interruptor automático de tiempo inverso.

$I_n$ : corriente nominal a plena carga

$$I_{ATI}= 2.5 \times 3.4$$

$$I_{ATI} = 8.5 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 15A.

### **Protección de los motores**

Para calcular el valor de los relés térmicos que protegen de las sobrecargas se usa el valor de la  $I_n$  de la placa del motor.

Entonces:

$$I_p=1.25 \times I_n(\text{placa motor})-$$

$I_p$ : Corriente para protección del motor.

$I_n$ : corriente nominal de la placa a plena carga

$$I_p= 1.25 \times 3.4$$

$$I_p = 4.25 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 3.5 -5A.

### 3.4.2.3.2 Motor Bomba Aceite de Palma

#### Datos:

De la tabla T-10 anexos 7 se tiene que para una letra de código G:

KVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado: 5.6 – 6.29

Motor 10HP, inducción con rotor jaula de ardilla, arranque con variador

De la tabla T-9 anexos 7 se tiene que para un motor de 10HP a 440Vac la corriente ( $I_n$ ) es: 14

#### Corriente del circuito de alimentación

$$I_c = 1,25 \times I_n$$

Donde:

$I_c$ : Corriente del conductor de alimentación

$I_n$ : corriente nominal a plena carga

$$I_c = 1.25 \times 14$$

$$I_c = 17.5 \text{ A}$$

#### Conductor del circuito de Alimentación

De la tabla T-11 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número (3 x 12) AWG, para el tramo de escalerilla.

De la tabla T-12 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número 12 AWG, para el tramo de tubería conduit rígida.



### **Protección del circuito de Alimentación**

De la tabla T-13 anexos 7 se tiene que para los motores jaula de ardilla con letra de código g el porcentaje de la corriente a plena carga para el ajuste de los dispositivos de protección es:

Interruptor automático de tiempo inverso =250.

Entonces:

$$IATI=2.5 \times I_n$$

IATI: Interruptor automático de tiempo inverso.

In: corriente nominal a plena carga

$$IATI= 2.5 \times 14$$

$$IATI = 35 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 25A.

### **Protección de los motores**

Para calcular el valor de los relés térmicos que protegen de las sobrecargas se usa el valor de la In de la placa del motor.

Entonces:

$$I_p=1.25 \times I_n(\text{placa motor})-$$

I<sub>p</sub>: Corriente para protección del motor.

In: corriente nominal de la placa a plena carga

$$I_p= 1.25 \times 14$$

$$I_p = 17.5 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 11-16A.

### 3.4.2.3.3 Motor Bomba de Melaza

#### Datos:

De la tabla T-10 anexos 7 se tiene que para una letra de código G:

KVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado: 5.6 – 6.29

Motor 10HP, inducción con rotor jaula de ardilla, arranque con variador

De la tabla T-9 anexos 7 se tiene que para un motor de 10HP a 440Vac la corriente ( $I_n$ )es: 14

#### Corriente del circuito de alimentación

$$I_c = 1,25 \times I_n$$

Donde:

$I_c$ : Corriente del conductor de alimentación

$I_n$ : corriente nominal a plena carga

$$I_c = 1.25 \times 14$$

$$I_c = 17.5 \text{ A}$$

#### Conductor del circuito de Alimentación

De la tabla T-11 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número (3 x 12) AWG, para el tramo de escalerilla.

De la tabla T-12 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número 12 AWG, para el tramo de tubería conduit rígida.

#### Protección del circuito de Alimentación

De la tabla T-13 anexo 7 se tiene que para los motores jaula de ardilla con letra de código g el porcentaje de la corriente a plena carga para el ajuste de los dispositivos de protección es:

Interruptor automático de tiempo inverso =250.

Entonces:

$$I_{ATI}=2.5 \times I_n$$

IATI: Interruptor automático de tiempo inverso.

In: corriente nominal a plena carga

$$I_{ATI}= 2.5 \times 14$$

$$I_{ATI} = 35 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 25A.

### **Protección de los motores**

Para calcular el valor de los relés térmicos que protegen de las sobrecargas se usa el valor del In de la placa del motor.

Entonces:

$$I_p=1.25 \times I_n(\text{placa motor})-$$

I<sub>p</sub>: Corriente para protección del motor.

In: corriente nominal de la placa a plena carga

$$I_p= 1.25 \times 14$$

$$I_p = 17.5 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 11-16A.

#### **3.4.2.3.4 Motor Bomba Peristáltica de Micro líquidos**

**Datos:**

De la tabla T-10 anexos 7 se tiene que para una letra de código G:

KVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado: 5.6 – 6.29

Motor 3HP, inducción con rotor jaula de ardilla, arranque directo.

De la tabla T-9 anexos 7 se tiene que para un motor de 3HP a 440Vac la corriente (I<sub>n</sub>)es: 4.8 A

### **Corriente del circuito de alimentación**

$$I_c = 1,25 \times I_n$$

Donde:

I<sub>c</sub>: Corriente del conductor de alimentación

I<sub>n</sub>: corriente nominal a plena carga

$$I_c = 1.25 \times 4.8$$

$$I_c = 6 \text{ A}$$

### **Conductor del circuito de Alimentación**

De la tabla T-11 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número (3 x 14) AWG, para el tramo de escalerilla.

De la tabla T-12 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número 14 AWG, para el tramo de tubería conduit rígida.

### **Protección del circuito de Alimentación**

De la tabla T-13 anexo 7 se tiene que para los motores jaula de ardilla sin letra de código el porcentaje de la corriente a plena carga para el ajuste de los dispositivos de protección es:

Interruptor automático de tiempo inverso =250.

Entonces:

$$I_{ATI} = 2.5 \times I_n$$

I<sub>ATI</sub>: Interruptor automático de tiempo inverso.

I<sub>n</sub>: corriente nominal a plena carga

$$I_{ATI} = 2.5 \times 4.8$$

$$I_{ATI} = 12 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 15A.

### Protección de los motores

Para calcular el valor de los relés térmicos que protegen de las sobrecargas se usa el valor del  $I_n$  de la placa del motor.

Entonces:

$$I_p = 1.25 \times I_n (\text{placa motor}) -$$

$I_p$ : Corriente para protección del motor.

$I_n$ : corriente nominal de la placa a plena carga

$$I_p = 1.25 \times 4.8$$

$$I_p = 6 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 8A.

#### 3.4.2.3.5 Motor Bomba Peristáltica de Melaza

##### Datos:

De la tabla T-10 anexos 7 se tiene que para una letra de código G:

KVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado: 5.6 – 6.29

Motor 10HP, inducción con rotor jaula de ardilla, arranque directo

De la tabla T-9 anexos 7 se tiene que para un motor de 10HP a 440Vac la corriente ( $I_n$ ) es: 14

##### Corriente del circuito de alimentación

$$I_c = 1.25 \times I_n$$

Donde:

$I_c$ : Corriente del conductor de alimentación

$I_n$ : corriente nominal a plena carga

$$I_c = 1.25 \times 14$$

$$I_c = 17.5 \text{ A}$$

### **Conductor del circuito de Alimentación**

De la tabla T-11 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número (3 x 12) AWG, para el tramo de escalerilla.

De la tabla T-12 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número 12 AWG, para el tramo de tubería conduit rígida.

### **Protección del circuito de Alimentación**

De la tabla T-13 anexos 7 se tiene que para los motores jaula de ardilla con letra de código g el porcentaje de la corriente a plena carga para el ajuste de los dispositivos de protección es:

Interruptor automático de tiempo inverso =250.

Entonces:

$$I_{ATI}=2.5 \times I_n$$

I<sub>ATI</sub>: Interruptor automático de tiempo inverso.

I<sub>n</sub>: corriente nominal a plena carga

$$I_{ATI}= 2.5 \times 14$$

$$I_{ATI} = 35 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 25A.

### **Protección de los motores**

Para calcular el valor de los relés térmicos que protegen de las sobrecargas se usa el valor del I<sub>n</sub> de la placa del motor.

Entonces:

$$I_p=1.25 \times I_n(\text{placa motor})-$$

I<sub>p</sub>: Corriente para protección del motor.

I<sub>n</sub>: corriente nominal de la placa a plena carga

$$I_p= 1.25 \times 14$$

$$I_p = 17.5 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 20A.

### 3.4.2.3.6 Motor Bomba Peristáltica de aceites

#### Datos:

De la tabla T-10 anexos 7 se tiene que para una letra de código G:

KVA por caballo (HP) con el rotor bloqueado: 5.6 – 6.29

Motor 7,5HP, inducción con rotor jaula de ardilla, arranque directo

De la tabla T-9 anexos 7 se tiene que para un motor de 7,5HP a 440Vac la corriente ( $I_n$ ) es: 11

#### Corriente del circuito de alimentación

$$I_c = 1,25 \times I_n$$

Donde:

$I_c$ : Corriente del conductor de alimentación

$I_n$ : corriente nominal a plena carga

$$I_c = 1.25 \times 11$$

$$I_c = 13,75 \text{ A}$$

#### Conductor del circuito de Alimentación

De la tabla T-11 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número (3 x 14) AWG, para el tramo de escalerilla.

De la tabla T-12 anexos 7 se tiene que el número de conductor correspondiente es el número 14 AWG, para el tramo de tubería conduit rígida.

#### Protección del circuito de Alimentación

De la tabla T-13 anexos 7 se tiene que para los motores jaula de ardilla con letra de código g el porcentaje de la corriente a plena carga para el ajuste de los dispositivos de protección es:

Interruptor automático de tiempo inverso =250.

Entonces:

$$IATI=2.5 \times I_n$$

IATI: Interruptor automático de tiempo inverso.

In: corriente nominal a plena carga

$$IATI= 2.5 \times 11$$

$$IATI = 27,5 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 30 A.

### **Protección de los motores**

Para calcular el valor de los relés térmicos que protegen de las sobrecargas se usa el valor del In de la placa del motor.

Entonces:

$$I_p=1.25 \times I_n(\text{placa motor})-$$

I<sub>p</sub>: Corriente para protección del motor.

In: corriente nominal de la placa a plena carga

$$I_p= 1.25 \times 11$$

$$I_p = 13,75 \text{ A}$$

Ajustando a los valores estándar tenemos 20A.



#### **3.4.2.4 CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE ALIMENTACIÓN A EQUIPOS DE CONTROL**

Los equipos tales como: microswitch(sensores de proximidad), sensores de nivel, sensores de presión, control de electroválvulas, control de bombas , serán alimentados con conductores número 18 AWG, debido a que estos son dispositivos de control, por lo tanto manejan corrientes inferiores a 1 A, y además la normativa de Pronaca para este tipo de conductores es alimentar con calibre número18AWG. Los detalles de las entradas y salidas se presentan en el cuadro 3.9 .

DETALLE DE ENTRADAS Y SALIDAS			
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	ACTIVACION ACTUAL	CONFIRMACION ACTUAL
SN1	SENSOR DE NIVEL TANQUE DE ALIMET		NUEVA ENTRADA DIGITAL DIGITAL
SN2	SENSOR DE NIVEL TANQUE DE COLINA		NUEVA ENTRADA DIGITAL
SN3	SENSOR DE NIVEL TANQUE DE LUCTAMOLD		NUEVA ENTRADA DIGITAL
B1	BOMBA ALIMET	O13:3	I7:20
B2	BOMBA COLINA	O13:5	I7:21
B3	BOMBA LUCTAMOLD	O13:6	I7:22
V1	VAVULA ALIMET (DOSIFICACION GRUESA)	O16:11	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V2	VAVULA COLINA (DOSIFICACION GRUESA)	O16:12	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V3	VAVULA LUCTAMOLD (DOSIFICACION GRUESA)	O16:13	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V1.1	VAVULA ALIMET (DOSIFICACION FINA)	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V2.1	VAVULA COLINA (DOSIFICACION FINA)	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V3.1	VAVULA LUCTAMOLD (DOSIFICACION FINA)	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V11	VALVULA DE BALANZA MICROLIQUIDOS A MEZCLADORA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
B4	BOMBA DE INYECCION DE MICROLIQUIDOS A LA MEZCLADORA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V31	VALVULA DE LIMPIEZA TUBERIA LINEA DE MICROLIQUIDOS	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
SN4	SENSOR DE NIVEL TANQUE DE ACEITE DE PALMA		NUEVA ENTRADA DIGITAL
SN5	SENSOR DE NIVEL TANQUE DE ACEITE DE PALMISTE		NUEVA ENTRADA DIGITAL
B5	BOMBA ACEITE DE PALMA	O13:1	I7:17
B6	BOMBA ACEITE DE PALMISTE	O13:5	I7:20
V8	VAVULA ACEITE DE PALMA (DOSIFICACION GRUESA)	O16:8	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V9	VAVULA ACEITE DE PALMISTE (DOSIFICACION GRUESA)	O16:12	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V8.1	VAVULA ACEITE DE PALMA (DOSIFICACION FINA)	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V9.1	VAVULA ACEITE DE PALMISTE (DOSIFICACION FINA)	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V12	VALVULA DE BALANZA ACEITES A MEZCLADORA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
B9	BOMBA DE INYECCION DE ACEITES A LA MEZCLADORA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V32	VALVULA DE LIMPIEZA TUBERIA LINEA DE ACEITES	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
SN6	SENSOR DE NIVEL TANQUE DE MELAZA		NUEVA ENTRADA DIGITAL
B7	BOMBA DE MELAZA	O13:2	I7:18
V10	VAVULA MELAZA (DOSIFICACION GRUESA)	O16:9	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V10.1	VAVULA MELAZA (DOSIFICACION FINA)	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V13	VALVULA DE BALANZA MELAZA A MEZCLADORA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL

B10	BOMBA DE INYECCION DE MELAZA A LA MEZCLADORA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
V33	VALVULA DE LIMPIEZA TUBERIA LINEA DE MELAZA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
SF1	SENSOR DE FLUJO LINEA DE MICROLIQUIDOS		NUEVA ENTRADA DIGITAL
SF2	SENSOR DE FLUJO LINEA DE ACEITES		NUEVA ENTRADA DIGITAL
SF3	SENSOR DE FLUJO LINEA DE MELAZA		NUEVA ENTRADA DIGITAL
VS1	VALVULA DE SEGURIDAD ALIMET	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VS2	VALVULA DE SEGURIDAD COLINA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VS3	VALVULA DE SEGURIDAD LUCTAMOLD	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VS4	VALVULA DE SEGURIDAD ACEITE DE PALMA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VS5	VALVULA DE SEGURIDAD ACEITE DE PALMISTE	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VS6	VALVULA DE SEGURIDAD MELAZA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
BAL1	BALANZA MICROLIQUIDOS (CAPACIDAD 50 KG)		NUEVA ENTRADA COMUNICACIÓN RIO
BAL2	BALANZA ACEITES (CAPACIDAD 360 KG)		
BAL3	BALANZA MELAZA (CAPACIDAD 360 KG)		
VCM	VARIADOR DE CONTROL MOTORES MICROLIQUIDOS	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VCA	VARIADOR DE CONTROL MOTORES ACEITES	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
VCME	VARIADOR DE CONTROL MOTOR MELAZA	NUEVA SALIDA DIGITAL	NUEVA ENTRADA DIGITAL
STA	SENSOR DE TEMPERATURA LINEA DE ACEITES		NUEVA ENTRADA ANALOGICA
STM	SENSOR DE TEMPERATURA LINEA MELAZA		NUEVA ENTRADA ANALOGICA
	NUMERO DE NUEVAS SALIDAS DIGITALES	24	
	NUMERO DE NUEVAS ENTRADAS DIGITALES	38	
	NUMERO DE NUEVAS ENTRADAS ANALOGICAS	2	

**Cuadro 3. 9Especificación de señales de control.**

**Fuente:** David Rodríguez

### **3.4.2.5 DISTRIBUCION DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE EQUIPOS**

#### **3.4.2.5.1 CIRCUITOS DE FUERZA**

Los circuitos de fuerza se distribuirán desde un tablero de servicio pesado en el que se instalaran los arrancadores y protecciones para los tres variadores de frecuencia marca allend bradley, 1 de 15 hp para bomba de melaza, 1 de 10 hp que controlara las bombas de aceites de palma y palmiste y 1 de 2hp que controlara las bombas de micro líquidos. También están los arranques y protecciones para las bombas peristálticas de salida de ingredientes de los tanques balanza hacia la mezcladora. Esta ubicado en el cuarto de generadores.

A continuación se muestra el cuadro 3.10 compuesto por todos los motores con todas sus especificaciones:

CIRCUITOS DE FUERZA									
DESCRIPCION	POTENCIA	TIPO DE ARANQUE	CABLE	TIPO DE CABLE	TUBERIA	DISTANCIA	VOLTAJE	PROTECCION TERMICA	PROTECCION CIRC. DERIVADO
MOTOR DE ALIMET	2HP	VARIADOR	4X14AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	38MT AL TP	440V	3.5-5A	15 <sup>a</sup>
MOTOR DE COLINA	2HP	VARIADOR	4X14AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	38MT AL TP	440V	3.5-5A	15 <sup>a</sup>
MOTOR DE LUCTAMOLD	2HP	VARIADOR	4X14AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	38MT AL TP	440V	3.5-5A	15 <sup>a</sup>
MOTOR ACEITE DE PALMA	10HP	VARIADOR	4X10AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	55MT AL TP	440V	11-16A	20-25A
MOTOR ACEITE DE PALMISTE	10HP	VARIADOR	4X10AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	10MT AL TP	440V	11-16A	20-25A
MOTOR DE MELAZA	10HP	VARIADOR	4X10AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	87MT AL TP	440V	11-16A	20-25A
MOTOR BOMBA PERISTALTICA DE ACEITES	7,5HP	DIRECTO	4X12AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	110MT AL TP	440V	9-12,5A	27,5A
MOTOR BOMBA PERISTALTICA DE MELAZA	10HP	DIRECTO	4X12AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	110MT AL TP	440V	11-16A	20-25 <sup>a</sup>
MOTOR BOMBA PERISTALTICA MICROLIQUITOS	3HP	DIRECTO	4X12AWG	TSJ-N	ESCALERILLA	110MT AL TP	440V	3.5-5A	15 <sup>a</sup>

**Cuadro 3. 10 Distribución de los circuitos de fuerza**  
**Fuente: David Rodríguez**

#### **3.4.2.5.2 CIRCUITOS DE CONTROL**

Los circuitos de control se distribuirán desde un tablero de servicio pesado en el que se instalaran el nuevo indicador ind780 dispondrá de borneras y relés para la secuencia de los manifolds, arranque de las bombas, válvulas de descarga de tanques balanza y válvulas de alivio (retornos), purga de líneas, sensores de nivel y presión. Se instalara en la sala de control general.

A continuación se muestra el cuadro 3.11 compuesto por todos los elementos control con todas sus especificaciones.

CIRCUITOS DE CONTROL						
1746-IB32		Módulo de 32 Entradas Digitales de 24 - SLOT 11	TIPO DE CABLE	DISTANCIA MT	TIPO DE SEÑAL	
1	CBAB-01	Confirmación de Encendido de Bomba a Tanque Balanza Aceite de Palma		91	24 VDC	
2	CBAB-02	Confirmación de Encendido de Bomba a Tanque Balanza Aceite de Palmiste			24 VDC	
3	CBAB-03	Confirmación de Encendido de Bomba a Tanque Balanza Melaza			24 VDC	
4	CBAB-04	Confirmación de Encendido de Bomba a Tanque Balanza Micro-Líquidos Colina			24 VDC	
5	CBAB-05	Confirmación de Encendido de Bomba a Tanque Balanza Micro-Líquidos Alimet			24 VDC	
6	CBAB-06	Confirmación de Encendido de Bomba a Tanque Balanza Micro-Líquidos Antimicótico			24 VDC	
8	CBAM-01	Confirmación de encendido de bomba de inyección de Micro-líquidos a la mezcladora			24 VDC	
9	CBAM-02	Confirmación de encendido de bomba de inyección de Aceite a la mezcladora			24 VDC	
10	CBAM-03	Confirmación de encendido de bomba de inyección de Melaza a la mezcladora			24 VDC	
11	CVIM-01	Confirmación de apertura de válvula de salida de la balanza de Micro-líquidos			24 VDC	
12	CVIM-02	Confirmación de apertura de válvula de salida de la balanza de Aceite		24 VDC		
13	CVLL-01	Confirmación de válvula de limpieza de shiglores para Aceite		24 VDC		
14	CVLL-02	Confirmación de válvula de limpieza de shiglores para Micro-Líquidos		24 VDC		
15	CVIM-03	Confirmación de apertura de válvula de salida de la balanza de Melaza		24 VDC		
16	CVLL-03	Confirmación de válvula de limpieza de shiglores para Melaza		24 VDC		
17	CVDG-01	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Aceite de Palma - Dosificación Gruesa		24 VDC		
18	CVDF-01	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Aceite de Palma - Dosificación Fina		24 VDC		
19	CVDG-02	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Aceite de Palmiste - Dosificación Gruesa		24 VDC		
20	CVDF-02	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Aceite de Palmiste - Dosificación Fina		24 VDC		
21	CVDG-03	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Melaza - Dosificación Gruesa		24 VDC		
22	CVDF-03	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Melaza - Dosificación Fina		4X18AWG TSJ-N	39	24 VDC

23	CVDG-04	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Micro-Líquidos / Colina - Dosificación Gruesa		24 VDC
24	CVDF-04	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Micro-Líquidos / Colina - Dosificación Fina		24 VDC
25	CVDG-05	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Micro-Líquidos / Alimet - Dosificación Gruesa		24 VDC
26	CVDF-05	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Micro-Líquidos / Alimet - Dosificación Fina		24 VDC
27	CVDG-06	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Micro-Líquidos / Antimicótico - Dosificación Gruesa		24 VDC
28	CVDF-06	Confirmación de Válvula de Paso a Tanque Balanza Micro-Líquidos / Antimicótico - Dosificación Fina		24 VDC
1746-IB32		<b>Módulo de 32 Entradas Digitales de 24 - SLOT 19</b>		
1	LLS-01	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Micro-Líquidos (Colina)		110 VAC
2	LLS-02	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Micro-Líquidos (Alimet)		110 VAC
3	LLS-03	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Micro-Líquidos (Antimicótico)		110 VAC
4	LLS-04	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Aceite de Palma 1		110 VAC
5	LLS-05	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Aceite de Palma 2		110 VAC
6	LLS-06	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Aceite de Palmiste	61	110 VAC
7	LLS-07	Sensor de nivel bajo tanque diario de almacenamiento Melaza		110 VAC
8	SCL-01	Sensor de caudal en la línea a mezcladora Micro-líquido		24 VDC
9	SCL-02	Sensor de caudal en la línea a mezcladora Aceites		24 VDC
10	SCL-03	Sensor de caudal en la línea a mezcladora Melaza	39	24 VDC
11	FV-01	Falla del Variador de Velocidad Micro-Líquidos		24 VDC
12	FV-02	Falla del Variador de Velocidad Aceites		24 VDC
13	FV-03	Falla del Variador de Velocidad Melaza	91	24 VDC
1746-OB16		<b>Módulo de 16 Salidas Digitales 24 VDC - SLOT 26</b>		110 VAC
1	BAB-01	Activación de motores de las bombas de transporte del tanque diario a balanza Micro-Líquidos (Colina)		110 VAC
2	BAB-02	Activación de motores de las bombas de transporte del tanque diario a balanza Micro-Líquidos (Alimet)		110 VAC
3	BAB-03	Activación de motores de las bombas de transporte del tanque diario a balanza Micro-Líquidos (Antimic)		110 VAC
4	BAB-04	Activación de motores de las bombas de transporte del tanque diario a balanza Aceite de Palma		110 VAC
5	BAB-05	Activación de motores de las bombas de transporte del tanque diario a balanza Aceite de Palmiste	91	110 VAC



6	BAB-06	Activación de motores de las bombas de transporte del tanque diario a balanza Melaza		24 VDC
7	STR-01	START Variador de Velocidad Micro-Líquidos		24 VDC
8	STR-02	START Variador de Velocidad Aceites		24 VDC
9	STR-03	START Variador de Velocidad Melaza		24 VDC
10	BAM-01	Activación de bomba de inyección de Micro-líquidos a la mezcladora		110 VAC
11	VIM-01	Activación de electro-válvula de salida de la balanza de Micro-líquidos		110 VAC
12	VLL-01	Activación de válvula de limpieza de shiglores para Micro-Líquidos	39	110 VAC
13	SCV-01	Señal de Cambio de Velocidad variador de Velocidad para Micro-Líquidos		24 VDC
14	STP-01	STOP Variador de Velocidad Micro-Líquidos		24 VDC
15	STP-02	STOP Variador de Velocidad Aceites		24 VDC
16	STP-03	STOP Variador de Velocidad Melaza	91	24 VDC
1746-OB16		<b>Módulo de 16 Salidas Digitales 24 VDC - SLOT 27</b>		
1	BAM-02	Activación de bomba de inyección de Aceite a la mezcladora	91	110 VAC
2	VIM-02	Activación de electro-válvula de salida de la balanza de Aceite		110 VAC
3	SCF-01	Activación Sistema de Calefacción Aceite		110 VAC
4	VLL-02	Activación de válvula de limpieza de shiglores para Aceite	39	110 VAC
5	SCV-03	Señal de Cambio de Velocidad variador de Velocidad para Aceite	91	24 VDC
7	BAM-03	Activación de bomba de inyección de Melaza a la mezcladora	91	110 VAC
8	VIM-03	Activación de electro-válvula de salida de la balanza de Melaza		110 VAC
9	VLL-03	Activación de válvula de limpieza de shiglores para Melaza	39	110 VAC
10	SCV-05	Señal de Cambio de Velocidad variador de Velocidad para Melaza	91	24 VDC

**Cuadro 3. 11Especificaciones de las señales de control**

**Fuente:** David Rodríguez

### **3.4.2.6 PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS**

Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se pueden llegar a energizar, como carcasas y tableros de arranque de motores deben conectarse a tierra para evitar que se produzca una tensión superior a la de tierra en caso de contacto accidental entre las partes energizadas y carcasas.

Las carcasas de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

- Cuando estén alimentados por alambrado con encerramiento metálico.
- Cuando estén en un lugar mojado y no estén separados o resguardados.
- Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 V a tierra.
- Cuando la carcasa de un motor no este puesta a tierra, deberá estar permanente y eficazmente aislado de tierra.
- Los requisitos que debe cumplir un sistema de puesta de tierra son:
  - Garantizar condiciones de seguridad de los seres vivos.
  - Presentar mínima variación de resistencia debida a cambios ambientales.
  - Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
  - Tener suficiente capacidad de conducción y disipación de corrientes de falla.
  - Evitar ruidos eléctricos.

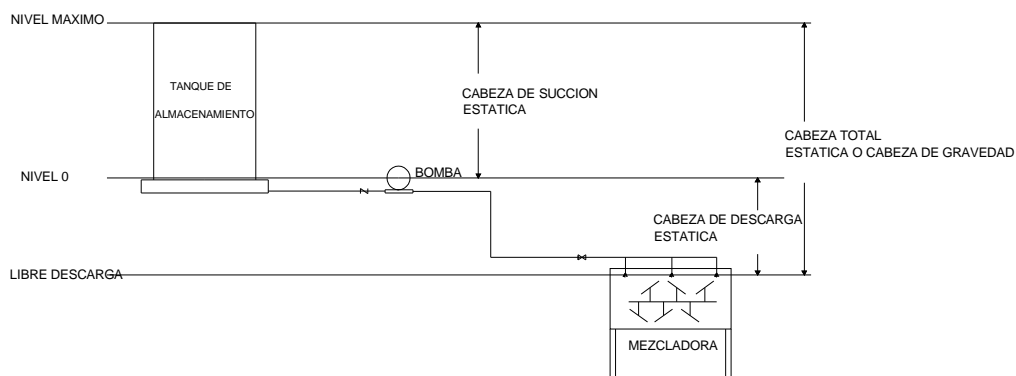
### **3.4.3 DISEÑO E IMPLEMENTACION MECANICA**

#### **3.4.3.1 DETERMINACION DE CABEZA TOTAL DE LAS BOMBAS**

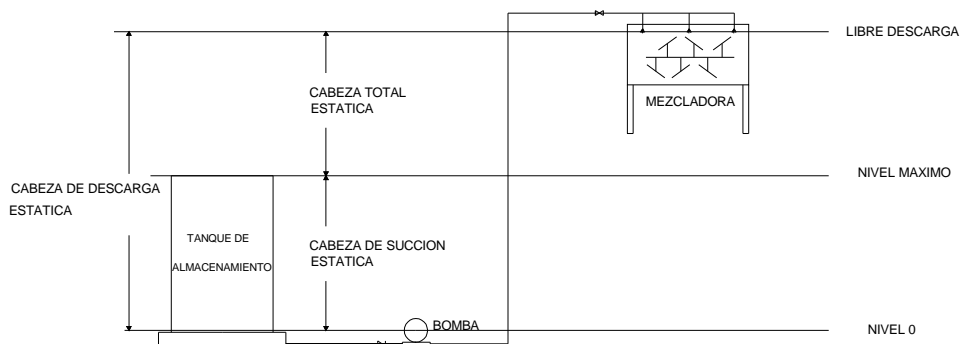
El objetivo del cálculo de la cabeza total es permitir la selección adecuada de las bombas, permitiendo que cumplan los requisitos necesarios de un sistema confiable y económico evitando sistemas de bombeo sobredimensionados, que se traduzcan en gastos innecesarios.

Para la aplicación de los criterios en la selección del sistema de bombeo se requiere primero establecer las condiciones de la instalación.

La cabeza total de la bomba es afectada por las variaciones en la succión como en la descarga. En Fig. 3.5, se muestra las condiciones en las que se encuentra la instalación.



Succión y descarga sistemas de líquidos de aceites y microlíquidos



Succión y descarga sistema de líquidos melaza.

**FIG.3. 6 Distribución de las tuberías de descarga y succión de la instalación.**  
Fuente: David Rodríguez

Para nuestras bombas la cabeza total es:

$$THD= +HE+HF+\Delta P+HV \quad (1)$$

Donde:

HE es la cabeza total estática

HF son las perdidas por fricción (en la tubería y accesorios)

$\Delta P$  Presión en el sistema (no existe descarga es el ambiente)

HV Presión de vapor del fluido (se asume es cero)

Para determinar la cabeza de fricción o perdidas por fricción se usaran cartas y tablas de fricción de Crocker and King-Piping Handbook, Baumeister . **Marks-Standard Handbook for Mechanical Engineers or Standars of the Hidraulic Institute.** así como la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) . \quad (2)$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

El largo total se determina sumando todos los tramos individuales, iniciando desde los tanques de almacenamiento.

La resistencia a la fricción de (tees, codos, etc) y las válvulas es bastante grande en cada accesorio por lo tanto debemos de encontrar un largo equivalente de tubería que tenga una resistencia igual, usando los datos de la Car.3.1(Anexos 7).

También se suman la pérdida de energía del líquido que fluye a través de una contracción súbita (shiglores) se lo representa como:

$$V^2/2A, \quad (3)$$

Donde:

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

Se debe de considerar que la velocidad tomada para el calculo es la mas alta.

En la figura P\_5 anexos 9 se encuentran dibujados a escala el largo de cada tubería y el número de accesorios, medidos en el campo, para las líneas de abastecimiento de todos los líquidos.

El factor de fricción se determina usando el número de reynolds  $R$  y la rugosidad relativa de las tuberías  $E/D$  e ingresando en el Car. 3.2 anexos 7, diagrama de moody.

De acuerdo a la tabla T-1 anexos 7 expresa al número de reynolds a través de varios caminos .estos procedimientos son usados en algunas tuberías con fluidos laminares así como con otros líquidos como: agua, melaza, gasolina, kerosene, y mercurio .Entonces:

$$R=3162G/KD \quad (4)$$

Donde:

R: Numero de Reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

Para líquidos más pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100.

$$K=00.226SSU-135/SSU. \quad (5)$$

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El numero de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso, se lo encuentra dividiendo la rugosidad absoluta de los distintos materiales tabla T-2 anexos 7 para el diámetro de la tubería.

Su fórmula es:

$$Z=E/D. \quad (6)$$

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

La cabeza total estática es considerada como la distancia vertical desde la superficie del líquido del tanque de suministro hasta el punto libre de descarga de la tubería del líquido en la mezcladora. Como ambos están abiertos a la atmósfera es igual a la diferencia vertical en elevación o caída como es el caso.

Cuando el tanque de abastecimiento está debajo de la línea central de la bomba la distancia vertical es conocida como cabeza de succión de levante hsl, y cuando el tanque de abastecimiento está debajo de la línea central de la bomba la distancia vertical es conocida como cabeza de succión estática hsh.

$$\pm HE = -hsh - hsd \quad (7)$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

Hsd= cabeza de descarga estática

### 3.4.3.1.1 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMA.

Los datos para el cálculo de la bomba de aceite de palma se presentan en el siguiente cuadro 3.12.

BOMBA DE ACEITE DE PALMA								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
21	0,001323	V1	2,14	0,653	0,17	2	50	160
		V2	618,9688	188,71	CELULA 40			

#### Cuadro 3. 12 Datos para el cálculo de la altura total de la línea de bombeo de aceite de palma.

Fuente: David Rodríguez

- Del plano P5\_1A anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palma un caudal actual 21 GPM, a 50 C .Todas las válvulas y accesorios son de 2" de material célula 40.

#### 1.-Determinacion de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P5\_1A anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.13.

LARGO DE LA TUBERIA	
TRAMO	DISTANCIA
1	301
2	540
3	511
4	3438
5	5820
6	14735
7	3169
8	7182

	9	3906
	10	3010
	11	215
	12	915
	13	2500
L1	MM	<b>46242</b>
	MT	46.242
	FT	151.67

**Cuadro 3. 13** Largo de la tubería de la línea actual de aceite de palma.

Fuente: David Rodríguez

▪ **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la Car. 3.1. (Anexos 7)

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.14.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	MT
Gate valve	5	0,4	0,3	0,2	1,5
Globe valve	1	8,2	13		13
Swing check valve	1	4,5			4,5
90 ell	10	1,2			12
Tee	2	3	2,8		5,8
Contraccion súbita=V2/2G	1816,91				1816,91
<b>L2=</b>		MT			1853,71
		FT			6080,17

**Cuadro 3. 14** Largo equivalente de los accesorios de la línea de aceite de palma.

Fuente: David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=151.67+6080.17$$

$$LT=6231.85 \text{ FT.}$$



- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**
- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos mas pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100  $K=0.226SSU-135/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K = 0.226 \times 160 - 135 / 160.$$

$$K = 35.31 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de Reynolds.**

Entonces:  $R=3162G/KD$

Donde:

R: Número de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R = 3162 \times 21 / 35.31 \times 2.$$

$$R = 940.11$$

Si  $940.11 > 1200$  el fluido es laminar.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

Su fórmula es  $Z=E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo acero laminado nuevo es 0.0005 FT.

$$Z = 0.0005/0,17.$$

$$Z = 0.0009$$

- **Calculo del factor de fricción.**

Si  $R \leq 2000$  el factor de fricción es  $h=64/R$  para fluidos laminares.

Donde:

$h$ : Factor de fricción

R: El número de reynolds.

$$h = 64/940.11.$$

$$h = 0.07$$

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car.3.2. anexos 7 es  $h=0.07$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF = h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías. (FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,07(6231.85 \times 0.17) \left( \frac{(2.14)^2}{(2 \times 32.2)} \right)$$

$$HF = 181.01 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinacion de la cabeza estática

Del plano P5\_1A anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palma la siguiente condición de instalación.

$$\pm HE = -hsh - hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

Hsd= cabeza de descarga estática

Entonces:

$$HE = -3.28 - 5.25$$

$$HE = - 8.53 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = \pm HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 181.01 - 8.53$$

$$THD = 172.48 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:

$$PSI = THD \times G.ESP / 2.31$$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad específica

Entonces:

$$PSI = 172.48 \times 0.95 / 2.31$$

$$PSI = 70.9 = 71 \text{ PSI.}$$

### 3.4.3.1.2 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMA.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

El largo total se de la nueva tubería suma alrededor de 30mt aproximadamente, tramo medido desde la mezcladora hasta el cuarto de microsistemas donde están alojados los tanques de pesaje. El largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.15.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>46242</b>
	MT	46.242
	FT	151.67
LA	MM	<b>3000</b>
	MT	30
	FT	98.40
LT1	FT	250,07

**Cuadro 3. 15Largo total de la tubería de la línea de aceite de palma con la implementación del sistema de medición por peso.**

Fuente: David Rodriguez

- **Calculo del largo equivalente de cada accesorio**

En el siguiente cuadro se encuentran los accesorios adicionales.

(Cuadro 3.16)

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	
		0,4	0,3	0,2	0,8
Gate valve	2	0,4	0,3	0,2	0,8
Globe valve	2	8,2	13		16,4
Swing check valve	0	4,5			0
90 ell	12	1,2			13,2
Tee	2	3	2,8		6
Contracción súbita=V2/2G	1816,91				1816,91
<b>L2=</b>		MT			1853,71
		FT			6080,17

**Cuadro 3. 16Largo equivalente de los accesorios adicionales de la línea de palma con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:

$$LT=LT1+L2$$

$$LT=250,07+6080.17$$

$$LT=6330,24 \text{ FT.}$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las pérdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Pérdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

V1<sup>2</sup>: Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

h: Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,07(6330,24 \times 0.17) \left( \frac{(2.14)^2}{2 \times 32.2} \right)$$

$$HF = 183.87 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = H_E + HF + \Delta P$$

$$THD = 183.87 - 8.53$$

$$THD = 175.34 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI = libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP = gravedad específica

Entonces:

$$PSI = 175,34 \times 0.95 / 2.31$$

$$PSI = 72.1 = 72 \text{ PSI}$$

### 3.4.3.1.3 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE MELAZA.

Los datos para el cálculo de la bomba de melaza se presentan en el siguiente cuadro 3.17.

BOMBA DE MELAZA								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
20	0,00126	V1	2,04	0,622	0,17	2	30	30000
		V2	343,908	104,85	CELULA 40			

#### Cuadro 3. 17 Datos para el cálculo de la altura total de la línea de bombeo de melaza.

Fuente: David Rodríguez

- Del plano P5\_1B anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de melaza un caudal actual 20 GPM, a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 2" de material célula 40.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P5\_1B anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.18.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
	1	635
	2	2500
	3	125
	4	5130
	5	580
	6	2000
	7	2300
L1	MM	<b>13270</b>
	MT	13.270
	FT	43.52

#### Cuadro 3. 18 Largo de la tubería de la línea actual de melaza.

Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la Car. 3.1 anexos 7

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.19.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	
					MT
Gate valve	1-2"	0,4	0,3	0,2	0,4
Globe valve	2-2"	8,2	13		21,2
Swing check valve	1-2"	4,5			4,5
45 elbow	3-2"	0,7			2,1
90 ell	3-2"+1-1 1/2"	1,2	0,8	0,5	4,4
Tee	2-2"+9-1"	3	2,8	1,5	19,5
Contracción súbita= $V^2/2G$	560,89				560,89
<b>L2=</b>					MT
					612,99
					FT
					2010,62

**Cuadro 3. 19** Largo equivalente de los accesorios de la línea de melaza.

Fuente: David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=43.52+2010.62$$

$$LT=2054.14 \text{ FT.}$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**

- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos mas pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100  $K=00.226SSU-135/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática



SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K = 0.226 \times 30000^{-135/30000}$$

$$K = 6779.99 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R = 3162G/KD$

Donde:

R: Numero de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R = 3162 \times 20 / 6779.99 \times 2$$

$$R = 4.66$$

Si  $4.66 > 1200$  el fluido es laminar.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

Su fórmula es  $Z = E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo acero laminado nuevo es 0.0005 FT.

$$Z = 0.0005 / 0,17$$

$$Z = 0.0009$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car. 3.2 anexos 7 es  $h=0.1$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF=0,1(2054.15 \times 0.17)((2.04)^2/(2 \times 32.2))$$

$$HF= 79.88 \text{ FT.}$$

## **2.-Determinacion de la cabeza estática**

Del plano P5\_1B anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de melaza la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+-HE= hsd -hsh$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

Hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = 15.74 - 6.56$$

$$HE = 9.18 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = H_s + H_E + H_F + \Delta P$$

$$THD = 79.88 + 9.18$$

$$THD = 89.76 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad específica

Entonces:

$$PSI = 89.76 \times 1.1 / 2.31$$

$$PSI = 42.74 = 43 \text{ PSI}$$

### 3.4.3.1.4 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE MELAZA.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

El largo total se de la nueva tubería suma alrededor de 30mt aproximadamente, tramo medido desde la mezcladora hasta el cuarto de microsistemas donde están alojados los tanques de pesaje. El largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.20.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>13270</b>
	MT	13.270
	FT	43.52
LA	MM	<b>3000</b>
	MT	30
	FT	98.40
LT1	FT	141,92

**Cuadro 3. 20 Largo total de la tubería de la línea de melaza con la implementación del sistema de medición por peso.**

Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

En el siguiente cuadro se encuentran los accesorios adicionales.  
(Cuadro 3.21).

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	
					MT
Accesorios actuales					52,1
Gate valve	2	0,4	0,3	0,2	0,8
Globe valve	2	8,2	13		16,4
Swing check valve	0	4,5			0
90 ell	10	1,2			12
Tee	2	3	2,8		6
Contracción súbita=V2/2G	560,89				560,89
<b>L2=</b>					
				MT	648,19
				FT	2126,06

**Cuadro 3. 21 Largo equivalente de los accesorios adicionales con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:

$$LT=LT1+L2$$

$$LT=141.92+2126,06$$

$$LT=2267.98FT.$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**

**Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento  $HF=h(LT/D)(V^2/2A)$  .**

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías. (FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,1(2267,98 \times 0,17) \left( \frac{(2,04)^2}{(2 \times 32,2)} \right)$$

$$HF = 88,19 \text{ FT.}$$

La total cabeza estática es :

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = \pm HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 88,19 + 9,18$$

$$THD = 97,37 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2,31$

Donde:

PSI = libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP = gravedad específica

Entonces:

$$PSI = 97,37 \times 1,1 / 2,31$$

$$PSI = 46,36 = 47 \text{ PSI}$$

### 3.4.3.1.5 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMISTE.

Los datos para el cálculo de la bomba de aceite de palmiste se presentan en el siguiente cuadro 3.22.

BOMBA DE ACEITE DE PALMISTE								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
34	0,00214	V1	3,47	1,057	0,17	2	50	160
		V2	993,512	302,9	CELULA 40			

**Cuadro 3. 22 Datos para el cálculo de la altura total de la línea de bombeo de aceite de palmiste.**

**Fuente:** David Rodríguez

- Del plano P1\_1C anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palmiste un caudal actual 34 GPM, a 50 C .Todas las válvulas y accesorios son de 2” de material célula 40.

### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P5\_1C anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.23.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
	1	922
	2	2194
	3	650
	4	13940
	5	4390
	6	6450
	7	970
	8	19820
	9	2300
	10	2250
	11	2615
	12	1000
	13	150
	14	5670
	15	200
	16	452
	17	2300
L1	MM	<b>66,213</b>
	MT	66213
	FT	217,37

**Cuadro 3. 23 Largo de la tubería de la línea actual de aceite de palmiste.**  
Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la Car.3.1 anexos 7.

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.24.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	
					MT
Gate valve	1-2"	0,4	0,3	0,2	0,4
Globe valve	1-2", 1-1 1/2"	8,2	13		21,2
Swing check valve	1-2"	4,5			4,5
90 ell	15-2"+2-1"	1,2		0,5	19
Tee	3-2"+7-1"	3	2,8	1,5	19,5
Contracción súbita=V2/2G	4681,04				4681,04
<b>L2=</b>		MT			4745,64
		FT			15565,70

**Cuadro 3. 24 Largo equivalente de los accesorios de la línea de aceite de palmiste.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=217.37+15565.75$$

$$LT=15783.08 \text{ FT.}$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**
- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos mas pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100  $K=00.226SSU-135/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática



SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K = 0.226 \times 160^{-135/160}$$

$$K = 35.31 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R = 3162G/KD$

Donde:

R: Numero de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R = 3162 \times 34 / 35.31 \times 2$$

$$R = 1538.41$$

Si  $1538.41 > 1200$  el fluido en zona critica

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

Su fórmula es  $Z = E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo acero laminado nuevo es 0.0005 FT.

$$Z = 0.0005 / 0,17$$

$$Z = 0.0009$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Si  $R \leq 2000$  el factor de fricción es  $h=64/R$  para fluidos laminares.

Donde:

$h$ : Factor de fricción

$R$ : El número de Reynolds.

$$h = 64 \times 1538.41$$

$$h = 0.04$$

Con el número de Reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car 3.2 anexos 7 es  $h=0.04$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las pérdidas por rozamiento

$$HF = h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

$HF$ : Pérdidas por rozamiento

$LT$ : Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

$A$ : Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,04(15783.08 \times 0.17)((3.47)^2/(2 \times 32.2))$$

$$HF = 736.59 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

De la figura P5\_1C anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palmiste la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+-HE = -hsh - hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = -18.37 - 5.58$$

$$HE = -23.94 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = +-HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 736.59 - 23.94$$

$$THD = 712.95 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad específica

Entonces:

$$PSI = 712.95 \times 0.95 / 2.31$$

$$PSI = 293.07 = 293 \text{ PSI}$$

### 3.4.3.1.6 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE ACEITE DE PALMISTE.

- Del plano P5\_1C anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palmiste un caudal actual 34 GPM, a 50 C .Todas las válvulas y accesorios son de 2" de material celula 40.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

El largo total se de la nueva tubería suma alrededor de 30mt aproximadamente, tramo medido desde la mezcladora hasta el cuarto de microsistemas donde están alojados los tanques de pesaje. El largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.25.

<b>LARGO DE LA TUBERIA</b>		
TRAMO	DISTANCIA	
<b>L1</b>	MM	<b>66,213</b>
	MT	66213
	FT	217,37
<b>LA</b>	MM	<b>3000</b>
	MT	30
	FT	98.40
<b>LT1</b>	FT	315,77

**Cuadro 3. 25 Largo total de la tubería de la línea de aceite de plañiste con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

En el siguiente cuadro se encuentran los accesorios adicionales.

(Cuadro 3.26)

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	
					MT
Accesorios actuales					64,6
Gate valve	2	0,4	0,3	0,2	0,8
Globe valve	2	8,2	13		16,4
Swing check valve	0	4,5			0
90 ell	10	1,2			12
Tee	2	3	2,8		6
Contracción súbita=V2/2G	4681,04				4681,04
<b>L2=</b>					
			MT		4780,84
			FT		15681,16

**Cuadro 3. 26 Largo equivalente de los accesorios adicionales de la línea de aceite de palmiste con la implementación del sistema de medición por peso.**

Fuente: David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:

$$LT=LT1+L2$$

$$LT=315.77+15681.16$$

$$LT=15996.93FT.$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las pérdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías. (FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,04(15996.93 \times 0.17) \left( \frac{(3.47)^2}{2 \times 32.2} \right)$$

$$HF = 746.57 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = \pm HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 746.57 - 23.94$$

$$THD = 722.63 \text{ FT}$$

$$\text{Transformando a psi tenemos: } PSI = THD \times G.ESP / 2.31$$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$PSI = 722.63 \times 0.95 / 2.31$$

$$PSI = 297.18 = 298 \text{ PSI.}$$

### 3.4.3.1.7 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE ALIMET.

Los datos para el cálculo de la bomba de alimet se presentan en el siguiente cuadro 3.27.

BOMBA DE ALIMET								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
8	0,000504	V1	3,26	0,99	0,08	1	30	100
		V2	131.55	40,10	PVC			

**Cuadro 3. 27**Datos para el cálculo de la altura total de la línea de bombeo de alimet.

Fuente: David Rodríguez

- Del plano P5\_1D anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de alimet un caudal actual 8 GPM, a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1" de material PVC.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P5\_1D anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.28.

LARGO DE LA TUBERIA	
TRAMO	DISTANCIA
1	745
2	1140
3	3000
4	175
5	17210
6	6220
7	1000

	8	1000
	9	1060
	10	30855
	11	2300
	12	500
	13	1000
	14	1200
	15	1000
	16	1200
	17	800
	18	1700
	19	2600
	20	300
	21	5200
L1	MM	<b>80805</b>
	MT	80,805
	FT	265,04

**Cuadro 3. 28 Largo de la tubería de la línea actual de alimet.**  
Fuente: David Rodríguez

▪ **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la tabla Car.3.1 anexos 7.

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.29.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS						
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL	
		1pulg	3/4 pulg	1/2pulg	3/8pulg	MT
Gate valve	1-3/4"		0,15			0,15
Globe valve	1-1",3- 1/2",4-3/8	9,1		15	20	44,1
Swing check valve	1-1"	2				2
90 ell	15-1"+4-1/2"	9		2		11
Tee	5-1"	7,5				7,5
Contracción súbita=V2/2G	82,07					82,07
<b>L2=</b>		MT				146,82
		FT				481,57

**Cuadro 3. 29 Largo equivalente de los accesorios de la línea de alimet.**  
Fuente: David Rodríguez



El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=265.04+481.57$$

$$LT=746.61\text{FT.}$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**
- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos de igual viscosidad que el agua,  $K=0.226\text{SSU}-135/\text{SSU}$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El numero de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K= 0.226 \times 100 -135/ 100.$$

$$K = 20.65 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R=3162G/KD-$

Donde:

R: Numero de Reynolds

G: Caudal. (GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R= 3162 \times 8 / 20,65 \times 1$$

$$R= 1224,99$$

Si 1224,99 >1200 el fluido es laminar.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso. Su fórmula es  $Z=E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo PVC nuevo es 0.000004 FT.

$$Z = 0.000004/0,04$$

$$Z = 0.00011$$

- **Calculo del factor de fricción.**

Si  $R \leq 2000$  el factor de fricción es  $h=64/R$  para fluidos laminares.

Donde:

$h$ : Factor de fricción

R: El numero de Reynolds.

$$h = 64 \times 1224,99$$

$$h = 0.05$$

Con el numero de Reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car 3.2 anexos 7 es  $h=0.05$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento  $HF=h(LT/D)(V^2/2A)$  .

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

$V1^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF=0,05(746.61 \times 0.08) \left( \frac{(3.26)^2}{(2 \times 32.2)} \right).$$

$$HF= 77.25 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

Del plano P5\_1D anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de alimet la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+-HE=-hsh-hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = -9.84 - 5.58$$

$$HE = - 15.42 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = +-HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 77.25 - 15.42$$

$$THD = 61.83 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$PSI=61.83 \times 1/2.31$

$PSI=28.09=28PSI.$

### 3.4.3.1.8 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE ALIMET.

- Del plano P5\_1D anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de alimet un caudal actual 8 GPM ,a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1" de material PVC.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

##### ▪ Determinación del largo total de la tubería

El largo total se de la nueva tubería suma alrededor de 30mt aproximadamente, tramo medido desde la mezcladora hasta el cuarto de microsistemas donde están alojados los tanques de pesaje. El largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.30.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>80805</b>
	MT	80,805
	FT	265,04
LA	MM	<b>2500</b>
	MT	25
	FT	82
LT1	FT	347,04

**Cuadro 3. 30 Largo total de la tubería de la línea de alimet con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

En el siguiente cuadro se encuentran los accesorios adicionales.

(Cuadro 3.31)

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		1pulg			MT
Accesorios actuales					64,75
Gate valve	1	9			9
Globe valve	2	9,1			18,2
Swing check valve	0	2			
90 ell	9	9			81
Tee	2	7,5			15
Contracción súbita=V2/2G	82,07				82,07
<b>L2=</b>			MT		270,02
			FT		885,67

**Cuadro 3. 31 Largo equivalente de los accesorios adicionales de la línea de alímet con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:

$$LT=LT1+L2$$

$$LT=347.04+885.67$$

$$LT=1232.71 \text{ FT.}$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las pérdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías. (FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,05(1232.71 \times 0.08) \left( \frac{(3.26)^2}{(2 \times 32.2)} \right)$$

$$HF = 127.54 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = \pm HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 127.54 - 15.42$$

Factor recomendado de 5 %

$$THD = 112.12 \text{ FT}$$

$$THD = 112.12 \times 0.05$$

$$THD = 117.69 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$PSI = 117.69 \times 1 / 2.31$$

$$PSI = 50.94 = 51 \text{ PSI.}$$

### 3.4.3.1.9 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE COLINA.

Los datos para el cálculo de la bomba de colina se presentan en el siguiente cuadro 3.32.

BOMBA DE COLINA								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
8	0,000504	V1	3,26	0,99	0,05	1/2	30	40
		V2	131.55	40,10	PVC			

**Cuadro 3. 32 Datos para el cálculo de la altura total de la línea de bombeo de colina.**

**Fuente:** David Rodríguez

- Del plano P5\_1E anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de colina un caudal actual 8 GPM, a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1/2" de material PVC.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P5\_1E anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.33.

LARGO DE LA TUBERIA	
TRAMO	DISTANCIA
1	4260
2	3000
3	175
4	17210
5	6220
6	1000
7	1000

	8	30855
	9	2300
	10	1440
	11	400
	12	120
	13	400
	14	400
	15	1200
	16	1200
	17	1800
L1	MM	<b>74040</b>
	MT	74,04
	FT	242,85

**Cuadro 3. 33 Largo de la tubería de la línea actual de colina.**  
Fuente: David Rodríguez

▪ **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la Car 3.1. anexos 8.

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.34.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS						
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL	
		1/2pulg				MT
Gate valve	1	0,1				0,1
Globe valve	3	5				15
Swing check valve	1	1,2				1,2
90 ell	18	0,5				9
Tee	4	1				4
Contracción súbita=V2/2G	82,04					82,04
L2=		MT				111,34
		FT				365,19

**Cuadro 3. 34 Largo equivalente de los accesorios de la línea de colina.**  
Fuente: David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=242.85+365.19$$

$$LT=608.05FT.$$



- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**
- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos que tienen una viscosidad entre 32-99 SSU ,  $K=0.226SSU-195/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K= 0.226 \times 40 -195/ 40.$$

$$K = 4.165CST$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R=3162G/KD$ -

Donde:

R: Número de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R= 3162 \times 8 / 4.165 \times 0.5$$

$$R= 12146,94$$

Si 12146,94 >2500 el fluido es turbulento.

- **Calculo del coeficiente de rugosidad relativa**

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso. Su formula es  $Z=E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo PVC nuevo es 0.000004 FT.

$$Z = 0.000004 / 0,04$$

$$Z = 0.00011$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car 3.2 anexos 7 es  $h=0.03$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento  $HF = h(LT/D)(V^2/2A)$ .

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías. (FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,03(608.05 \times 0.04) ((3.26)^2 / (2 \times 32.2)).$$

$$HF = 72.49 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

Del plano P5\_1E anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de colina la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+-HE=-hsh-hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE=-3.28-5.58$$

$$HE = - 8.86\text{FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$\text{THD}=\text{+-HE}+\text{HF}+\Delta\text{P}$$

$$\text{THD}=72.49-8.86$$

$$\text{THD}=63.63\text{FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $\text{PSI}=\text{THD} \times \text{G.ESP} / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad específica

Entonces:

$$\text{PSI}=63.63 \times 1 / 2.31$$

$$\text{PSI}=27.53=28\text{PSI.}$$

### 3.4.3.1.10 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE COLINA.

- Del plano P5\_1E anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de colina un caudal actual 8 GPM ,a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1/2” de material PVC.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

##### ▪ Determinación del largo total de la tubería

El largo total se de la nueva tubería suma alrededor de 30mt aproximadamente, tramo medido desde la mezcladora hasta el cuarto de microsistemas donde están alojados los tanques de pesaje. El largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.35.

LARGO DE LA TUBERIA		
TRAMO		DISTANCIA
L1	MM	<b>74040</b>
	MT	74,04
	FT	242,85
LA	MM	<b>2500</b>
	MT	25
	FT	82
LT1	FT	324,85

**Cuadro 3. 35Largo total de la tubería de la línea de colina con la implementación del sistema de medición por peso.**

Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

En el siguiente cuadro se encuentran los accesorios adicionales.

(Cuadro 3.36)

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		1pulg			MT
Accesorios actuales					29,3
Gate valve	1	9			9
Globe valve	2	9,1			18,2
Swing check valve	0	2			
90 ell	9	9			81
Tee	2	7,5			15
Contracción súbita=V2/2G	82,07				82,07
<b>L2=</b>			MT		234,57
			FT		769,39

**Cuadro 3. 36Largo equivalente de los accesorios adicionales de la línea de colina con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:

$$LT=LT1+L2$$

$$LT=324.85+769.39$$

$$LT=1094.24FT.$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías. (FT)

$V_1^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,03(1094.24 \times 0.08) \left( \frac{(3.26)^2}{2 \times 32.2} \right)$$

$$HF = 130.45 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = \pm HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 130.45 - 8.86$$

Factor recomendado de 5 %

$$THD = 121.59 \text{ FT}$$

$$THD = 121.59 \times 0.05$$

$$THD = 127.63 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI = libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP = gravedad específica

Entonces:

$$PSI = 127.63 \times 1 / 2.31$$

$$PSI = 52.62 = 53 \text{ PSI.}$$

### 3.4.3.1.11 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL ACTUAL DE LA BOMBA DE LUCTAMOLD.

Los datos para el cálculo de la bomba de luctamold se presentan en el siguiente cuadro 3.37.

BOMBA DE LUCTAMOLD								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
8	0,000504	V1	3,26	0,99	0,04	1/2	30	40
		V2	131.55	40,10	PVC			

**Cuadro 3. 37**Datos para el cálculo de la altura total de la línea de bombeo de luctamold.

**Fuente:** David Rodríguez

- Del plano P5\_1F anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de luctamold un caudal actual 8 GPM ,a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1/2" de material PVC.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P5\_1F anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.38.

LARGO DE LA TUBERIA	
TRAMO	DISTANCIA
1	2550
2	3000
3	175
4	17210
5	6220
6	1000
7	1000

	8	1060
	9	30855
	10	2300
	11	1440
	12	600
	13	1000
	14	450
L1	15	1100
	16	400
	17	1200
	18	1000
	MM	<b>72560</b>
	MT	72,56
	FT	237,99

**Cuadro 3. 38**Largo de la tubería de la línea actual de luctamold.

Fuente: David Rodríguez

▪ **Calculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la Car. 3.1 anexos 7

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.39.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS						
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL	
		1/2pulg				MT
Gate valve	1	0,1				0,1
Globe valve	3	5				15
Swing check valve	1	1,2				1,2
90 ell	18	0,5				9
Tee	4	1				4
Contracción súbita=V2/2G	82,04					82,04
<b>L2=</b>				MT		111,34
				FT		365,19

**Cuadro 3. 39**Largo equivalente de los accesorios de la línea de luctamold.

Fuente: David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=237.99+365.19$$

$$LT=603.19FT.$$



- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**

- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos que tienen una viscosidad entre 32-99 SSU ,  $K=0.226SSU-195/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K= 0.226 \times 40 - 195 / 40.$$

$$K = 4.165CST$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R=3162G/KD$ -

Donde:

R: Número de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R= 3162 \times 8 / 4.165 \times 0.5$$

$$R= 12146,94$$

Si 12146,94 >2500 el fluido es turbulento.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso. Su formula es  $Z=E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo PVC nuevo es 0.000004FT.

$$Z = 0.000004/0,04$$

$$Z = 0.00011$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car 3.2 anexos 7 es  $h=0.03$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF = h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,03(603.19 \times 0.04)((3.26)^2 / (2 \times 32.2)).$$

$$HF = 71.91 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

Del plano P5\_1F anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de luctamold la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es :

$$+-HE=-hsh-hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = -3.28 - 5.58$$

$$HE = - 8.86 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$\text{THD} = +-HE + HF + \Delta P$$

$$\text{THD} = 71.91 - 8.86$$

$$\text{THD} = 63.05 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $\text{PSI} = \text{THD} \times \text{G.ESP} / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$\text{PSI} = 63.05 \times 1 / 2.31$$

$$\text{PSI} = 27.28 = 27 \text{ PSI.}$$

### 3.4.3.1.12 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL CON LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE MEDICION POR PESO DE LA BOMBA DE LUCTAMOLD.

- Del plano P5\_1F anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de luctamold un caudal actual 8 GPM ,a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1/2" de material PVC.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

El largo total se de la nueva tubería suma alrededor de 30mt aproximadamente, tramo medido desde la mezcladora hasta el cuarto de microsistemas donde están alojados los tanques de pesaje. El largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.40.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>72560</b>
	MT	72,56
	FT	237,99
LA	MM	<b>2500</b>
	MT	25
	FT	82
LT1	FT	319,99

**Cuadro 3. 40Largo total de la tubería de la línea de luctamold con la implementación del sistema de medición por peso.**

**Fuente:** David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

En el siguiente cuadro se encuentran los accesorios adicionales.

(Cuadro 3.41)

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		1pulg			MT
Accesorios actuales					29,3
Gate valve	1	9			9
Globe valve	2	9,1			18,2
Swing check valve	0	2			
90 ell	9	9			81
Tee	2	7,5			15
Contracción súbita=V2/2G	82,07				82,07
<b>L2=</b>					
			MT		234,57
			FT		769,39

**Cuadro 3. 41Largo equivalente de los accesorios adicionales de la línea de luctamold con la implementación del sistema de medición por peso.**

Fuente: David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:

$$LT=LT1+L2$$

$$LT=319.99+769.39$$

$$LT=1089.38FT.$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF=h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

$V1^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF=0,03(1089.38 \times 0.08) \left( \frac{(3.26)^2}{2 \times 32.2} \right)$$

$$HF=129.87 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$\text{THD} = \pm \text{HE} + \text{HF} + \Delta P$$

$$\text{THD} = 129.87 - 8.86$$

Factor recomendado de 5 %

$$\text{THD} = 121.01 \text{ FT}$$

$$\text{THD} = 121.01 \times 0.05$$

$$\text{THD} = 127.03 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $\text{PSI} = \text{THD} \times \text{G.ESP} / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$\text{PSI} = 127.03 \times 1 / 2.31$$

$$\text{PSI} = 54.99 = 55 \text{ PSI.}$$

### 3.4.3.1.13 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL DE LA BOMBA PERISTALTICA DE ACEITES

Los datos para el cálculo de la bomba peristáltica de aceites se presentan en el siguiente cuadro 3.42.

BOMBA PERISTALTICA PARA ACEITES								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
42	0,0027	V1	4,37	1,33	0,17	2	50	160
		V2	708,66	216	CELULA 40			

**Cuadro 3. 42**Datos para el cálculo de la altura total de la línea balanza a mezcladora de aceites.

Fuente: David Rodríguez

- De la figura P\_5 anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceites desde los tanques de pesaje a la mezcladora un caudal de 42 GPM, a 50 C .Todas las válvulas y accesorios son de 2" de material célula 40.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P-5 anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.43.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>3000</b>
	MT	30
	FT	98.40

**Cuadro 3. 43**Largo de la tubería para la línea de bombeo desde los tanques balanza a la mezcladora.

Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la tabla Car.3.1 anexos 7.

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.44.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	MT
Gate valve	2	0,4	0,3	0,2	0,8
Globe valve	2	8,2	13		16,4
Swing check valve	0	4,5			0
90 ell	10	1,2			12
Tee	2	3	2,8		6
Contracción súbita=V2/2G	2380,4				2380,4
<b>L2=</b>		MT			2415,6
		FT			7925,19

**Cuadro 3. 44Largo de los accesorios para la línea de bombeo de aceites de los tanques balanza a la mezcladora.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=98,4+7925,19$$

$$LT=8023,19FT.$$

- **Cálculo de perdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**
- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos mas pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100  $K=00.226SSU-135/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática



SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K = 0.226 \times 160^{-135/160}$$

$$K = 35.31 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R = 3162G/KD$

Donde:

R: Número de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R = 3162 \times 34 / 35.31 \times 2$$

$$R = 1538.41$$

Si  $1538.41 > 1200$  el fluido en zona crítica.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso. Su fórmula es  $Z = E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo acero laminado nuevo es 0.0005 FT.

$$Z = 0.0005/0,17.$$

$$Z = 0.0009$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Si  $R \leq 2000$  el factor de fricción es  $h=64/R$  para fluidos laminares.

Donde:

$h$ : Factor de fricción

$R$ : El numero de Reynolds.

$$h = 64 \times 1538.41$$

$$h = 0.04$$

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Ca.r3.2. anexos 7 conocido como diagrama de Moody es  $h=0.04$ .

**Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento  $HF=h(LT/D)(V^2/2A)$  .**

Donde:

$HF$ : Perdidas por rozamiento

$LT$ : Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

$A$ : Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,04(8023,19 / 0.17)((4,37)^2 / (2 \times 32.2))$$

$$HF = 559,80 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

De la figura P-5 anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palma la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+-HE=-hsh-hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

Hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = -5,24 - 2,29$$

$$HE = - 7,53 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = +-HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 559,80 - 7,53$$

$$THD = 552,26 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$PSI = 552,26 \times 0.95 / 2.31$$

$$PSI = 227,12 = 227 \text{ PSI}$$

### 3.4.3.1.14 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL DE LA BOMBA PERISTALTICA DE MELAZA.

Los datos para el cálculo de la bomba peristáltica de aceites se presentan en el siguiente cuadro 3.45.

BOMBA PERISTALTICA DE MELAZA								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
26	0,0017	V1	0,69	0,212	0,33	4	30	160
		V2	446,08	136	CELULA 40			

#### Cuadro 3. 45 Datos para el cálculo de la altura total de la línea balanza a mezcladora de melaza.

Fuente: David Rodríguez

- De la figura P\_5 anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de melaza desde los tanques de pesaje a la mezcladora un caudal de 26GPM, a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 4" de material célula 40.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

##### ▪ Determinación del largo total de la tubería

Del plano P-5 anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.46.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>3000</b>
	MT	30
	FT	98.40

#### Cuadro 3. 46 Largo de la tubería para la línea de bombeo de melaza desde los tanques balanza a la mezcladora.

Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la tabla Car.3.1 anexos 7.

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.47.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		4pulg	1 1/2 pulg	1pulg	MT
Gate valve	2	0,8			1,6
Globe valve	2	30,5			61
Swing check valve	0	7			0
90 ell	10	2			20
Tee	2	6,1			12,2
Contracción súbita= $V^2/2G$	943,67				943,67
<b>L2=</b>					
					MT
					1038,47
					FT
					3406,18

**Cuadro 3. 47Largo de los accesorios para la línea de bombeo de melaza de los tanques balanza a la mezcladora.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman: $LT=L1+L2$

$$LT=98,4+3406,18$$

$$LT=3504,58.$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de Reynolds.**

- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos mas pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100  $K=00.226SSU-135/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K = 0.226 \times 30000^{-1.35} / 30000.$$

$$K = 6779.99 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R = 3162G/KD$ -

Donde:

R: Número de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R = 3162 \times 26 / 6779.99 \times 4.$$

$$R = 3,03$$

Si  $3,03 > 1200$  el fluido es laminar.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso. Su fórmula es  $Z = E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos donde el valor de la tubería comercial tipo acero laminado nuevo es 0.0005 FT.

$$Z = 0.0005/0,33.$$

$$Z = 0.001515$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Car. 3.2 anexo 7 es  $h=0.1$ .

Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento

$$HF = h(LT/D)(V^2/2A) .$$

Donde:

HF: Perdidas por rozamiento

LT: Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

A: Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,1(3504,58/0.33)((0,69)^2/(2 \times 32.2))$$

$$HF = 108,96 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

De la figura P-5 anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palma la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+HE = -hsh - hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = -5,24 - 2,29$$

$$HE = - 7,53 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = +-HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 108,96 - 7,53$$

$$THD = 101,43 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$PSI = 101,43 \times 1,1 / 2.31$$

$$PSI = 48,3 \text{ PSI.}$$



### 3.4.3.1.15 DETERMINACION DE LA CABEZA TOTAL DE LA BOMBA PERISTALTICA DE MICROLIQUIDOS

Los datos para el cálculo de la bomba peristáltica de micro líquidos se presentan en el siguiente cuadro 3.48.

BOMBA PERISTALTICA DE MICROLIQUIDOS								
CAUDAL		VELOCIDAD			DIAMETRO TUBERIA		TEMPERATURA	VISCOSIDAD
GPM	M3/SEG		FT/SEG	M/S	FT	IN	C	SSU
13	0,00086	V1	5,75	1,75	0,083	1	30	100
		V2	399,36	121,72	PVC			

**Cuadro 3. 48**Datos para el cálculo de la altura total de la línea balanza a mezcladora de micro líquido.

Fuente: David Rodríguez

- De la figura P\_5 anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceites desde los tanques de pesaje a la mezcladora un caudal de 13 GPM, a 30 C .Todas las válvulas y accesorios son de 1” de acero inoxidable.

#### 1.-Determinación de la cabeza de fricción

- **Determinación del largo total de la tubería**

Del plano P-5 anexos 9 el largo total de tubería esta descrito en el cuadro 3.49.

LARGO DE LA TUBERIA		
	TRAMO	DISTANCIA
L1	MM	<b>3000</b>
	MT	30
	FT	98.40

**Cuadro 3. 49**Largo de la tubería para la línea de bombeo de micro líquidos desde los tanques balanza a la mezcladora.

Fuente: David Rodríguez

- **Cálculo del largo equivalente de cada accesorio**

Para encontrar el largo equivalente usamos la tabla Car.3.1 anexos 7

De donde se realiza el siguiente cuadro 3.50.

LARGO EQUIVALENTE DE ACCESORIOS					
TIPO ACCESORIO	CANTIDAD	EQUIVALENTE EN MT			TOTAL
		2pulg	1 1/2 pulg	1pulg	MT
Gate valve	2			0,17	0,34
Globe valve	2			9,1	18,2
Swing check valve	0			2	
90 ell	10			0,6	6
Tee	2			1,5	1,5
Contracción súbita= $V^2/2G$	755,9				755,9
<b>L2=</b>				MT	781,94
				FT	2564,76

**Cuadro 3. 50Largo de los accesorios para la línea de bombeo de micro líquidos de los tanques balanza a la mezcladora.**

**Fuente:** David Rodríguez

El largo total de la tubería y largo equivalente de los accesorios suman:  $LT=L1+L2$

$$LT=98,4+2564,76$$

$$LT=2663,16 \text{ FT.}$$

- **Cálculo de pérdidas por rozamiento usando el método de reynolds.**

- **Cálculo de la viscosidad cinemática del líquido.**

Para líquidos mas pesados que el agua, cuando la viscosidad SSU es mayor a 100  $K=00.226SSU-135/SSU$ .

Donde:

K: Viscosidad cinemática

SSU: El número de segundos requeridos para fluir a través de un tubo corto de 60cm<sup>3</sup> a la temperatura dada.

$$K = 0.226 \times 100^{-135/100}$$

$$K = 20,65 \text{ CST}$$

- **Cálculo del número de reynolds.**

Entonces:  $R = 3162G/KD$

Donde:

R: Número de reynolds

G: Caudal.(GPM)

K: Viscosidad cinemática (CST)

D: Diámetro tubería (IN)

$$R = 3162 \times 13 / 20,65 \times 1$$

$$R = 1990,60$$

Si  $1990,60 > 1200$  el fluido es laminar.

- **Cálculo del coeficiente de rugosidad relativa**

El coeficiente de rugosidad relativa es una constante cuyo valor es algo impreciso. Su formula es  $Z = E/D$ .

Donde:

Z: Rugosidad relativa

E: Coeficiente de rugosidad absoluta.

D: Diámetro de la tubería-

Entonces:

El valor del coeficiente de rugosidad absoluta se lo encuentra en la tabla T-2 anexos 7 donde el valor de la tubería comercial tipo acero inoxidable nuevo es 0.00015 FT.

$$Z = 0.00015 / 0,083.$$

$$Z = 0.0018$$

- **Cálculo del factor de fricción.**

Si  $R \leq 2000$  el factor de fricción es  $h = 64/R$  para fluidos laminares.

Donde:

$h$ : Factor de fricción

$R$ : El número de reynolds.

$$h = 64 / 1990,60$$

$$h = 0.032$$

Con el número de reynolds, la rugosidad relativa, el factor de fricción en la Ca.r3.2 anexos 7 conocido como diagrama de Moody es  $h = 0.032$ .

**Aplicando la ecuación de Darcy –Weisbach las perdidas por rozamiento  $HF = h(LT/D)(V^2/2A)$  .**

Donde:

$HF$ : Perdidas por rozamiento

$LT$ : Longitud total de tuberías.(FT)

$V^2$ : Velocidad tubería (FT/S)

$A$ : Gravedad (FT/S<sup>2</sup>)

$h$ : Factor de fricción

Entonces:

$$HF = 0,032(2663,16 / 0.083)((5,75)^2 / (2 \times 32.2))$$

$$HF = 527,13 \text{ FT.}$$

## 2.-Determinación de la cabeza estática

De la figura P-5 anexos 9 se tiene para la línea de abastecimiento de aceite de palma la siguiente condición de instalación.

La total cabeza estática es:

$$+-HE=-hsh-hsd$$

Donde:

HE= es la cabeza total estática

hsh = cabeza de succión estática

hsd= cabeza de succión descarga

Entonces:

$$HE = -5,24 - 2,29$$

$$HE = - 7,53 \text{ FT.}$$

Aplicando la ecuación de bernoulli en conformidad con la conservación de energía, la energía adicionada por una bomba (cabeza total).

$$THD = +-HE + HF + \Delta P$$

$$THD = 527,13 - 7,53$$

$$THD = 519,6 \text{ FT}$$

Transformando a psi tenemos:  $PSI = THD \times G.ESP / 2.31$

Donde:

PSI= libras por pulgada cuadrada

THD = cabeza total

G.ESP= gravedad especifica

Entonces:

$$PSI = 519,6 \times 1 / 2.31$$

$$PSI = 224,93 = 225 \text{ PSI}$$

### 3.4.3.2 TANQUES DE PESAJE

Como alguna de la metodología de cálculo puede resultar repetitiva se ha considerado la opción de detallar inicialmente aquellos métodos de cálculo más estándares.

#### 3.4.3.2.1 INTRODUCCIÓN TEÓRICA AL DISEÑO DE TANQUES.

##### Diseño mecánico de recipientes a presión:

Para el cálculo del diseño mecánico de todos los tanques balanza se ha seguido de manera general el código ASME sec8/1<sup>14</sup>, de tal forma que para el cálculo del grosor de un cilindro se utiliza la expresión:

Expresión para el cálculo del grosor de un cilindro:

$$t = \frac{P_d \cdot R}{SE - (0.6 \cdot P_d)} + C1 + C2 \quad (8)$$

Donde:

t es el grosor en (mm)

Pd es la presión de diseño (bar)

R es el radio en (mm)

S es el valor de resistencia a la tracción (bar)

E es el valor del radiografiado.

C1 es el coeficiente de sobre espesor por corrosión

C2 es el coeficiente de sobre espesor por defecto de fabricación.

---

<sup>14</sup> ESPECIFICACION DESCRITA ANEXO 1

Los parámetros de diseño necesarios según cada equipo vienen definidos por las siguientes expresiones:

Presión de diseño (en bar):

$$P_d = P_{ap} + 1 \quad (9)$$

$$P_d = 1,1 * P_{ap} \quad (9) \text{ bis}$$

Se calcularán ambas presiones y se considerará en el diseño la más elevada además se le añade siempre la presión debida a la columna de líquido:

$$P_{col liq} = \rho * g * H \quad (10)$$

Temperatura de diseño (en °C):

$$T_d = T_{op} + 20^\circ\text{C} \quad (11)$$

**Donde:**

$P_d$  y  $T_d$  son presión y temperatura de diseño respectivamente en (bar) y (°C)

$P_{op}$  y  $T_{op}$  son la presión y temperatura de operación en (bar) y (°C).

$\rho$  es la densidad del líquido confinado en el equipo (Kg/m<sup>3</sup>)

$g$  es la aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s).

$h$  es la altura de columna de líquido.

Valores de  $C_1$  y  $C_2$ :

$C_1$  corresponde al valor de sobre espesor por corrosión y equivale a 1 mm

$C_2$  sigue la expresión siguiente:

$$C_2 = 0,2(6 - t) + 0,07 * t + 1 \quad (12)$$

Por tanto la expresión (8) sustituida quedaría como sigue:

$$t = \frac{Pd.R}{S.E - 0.6.P} + 0,2.(6 - t) + 0,07.t + 1$$

Estas son las directrices básicas para el diseño mecánico del cuerpo cilíndrica o virola, a partir de aquí se seleccionaran las expresiones pertinentes para los distintos fondos también recogidas en el código ASME.

#### Fondo cónico:

Se plantea como el cálculo de espesor en un cilindro con la salvedad que el cálculo de volumen del fondo se realizará siguiendo la expresión:h

$$h = \frac{D}{2.tg\alpha} \quad (13)$$

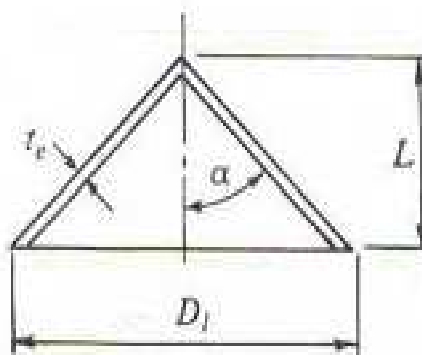
Donde:

l es la altura del fondo

$\alpha$  es la inclinación medida en grados

D es el diámetro en (m)

El volumen de cada tanque quedará repartido entre el cuerpo cilíndrico (virola) y el fondo cónico. (Fig. 3.6)



**FIG.3. 7Fondo cónico del tanque**

**Fuente:** Universidad de Barcelona, tesis planta de producción de ácido acético



$$V_{\text{tanque}} = V_{\text{virola}} + V_{\text{fondo conico}}$$

Donde:

$$V_{\text{virola}} = \frac{\pi}{4} D^2 H \quad (14)$$

$$V_{\text{fondo conico}} = \frac{\pi/4 D^2 L}{3} \quad (15)$$

Donde h es:

$$l = \frac{D}{2 \cdot \text{tg}\alpha}$$

Sustituyendo estas ecuaciones en la primera:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi}{4} D^3 \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg}\alpha} \right) \quad (16) \quad \text{donde } r = H/D$$

#### 3.4.3.2.2 TANQUES BALANZA

Teniendo en cuenta la normativa para líquidos viscosos, entre los cuales se encuentran los aceites de palma y palmiste, tomaremos las decisiones relativas a su almacenamiento.

En cuanto al micro líquido son líquidos corrosivos y son necesarias ciertas precauciones por lo que respecta a su almacenamiento y transporte.

Por lo que respecta al material de construcción, se recomienda utilizar aluminio o acero inoxidable.

En el caso de que se utilice aluminio es necesario un control muy preciso de la temperatura, ya que a partir de 30°C la corrosión se incrementa de forma importante. Con tal de intentar evitar estos problemas, nos hemos decantado por la opción de utilizar acero inoxidable AISI 316 para la construcción de los tanques.

Como estos tanques balanza serán fijos, situados al aire libre. Los recipientes serán atmosféricos ya que los aceites se almacenarán a una temperatura inferior a su temperatura de ebullición. Serán necesarios tres tanques balanzas dos idénticos de 0,53 m<sup>3</sup> para los aceites y melaza así como uno de 0,04 m<sup>3</sup> para los

micro líquidos que estarán a un 75% de su capacidad .Cada uno de los tanques constará de un cuerpo cilíndrico, un fondo inferior cónico.

No hemos considerado necesaria la instalación de aislante.

### **A) Diseño funcional tanques balanza de aceites y melaza**

- **Capacidad de almacenamiento**

Las necesidades de los aceites y melaza corresponden al valor de 144 Kg/min Teniendo en cuenta que los tanques tendrán la capacidad suficiente para poder almacenar en 75 seg los líquidos, por cada batch entonces el volumen será el siguiente:

$$144\text{kg}/\text{min} * 1\text{min}/60\text{seg} * 75\text{seg} = 180\text{kg por aceite}$$

En el caso de que entren los dos aceites en su máxima cantidad para determinada receta el volumen será 360kg entonces:

Transformando

$$360\text{kg} * 32\text{onzas}/1\text{kg} * 1\text{m}^3/33814\text{onzas} = 0,34\text{m}^3$$

Los tanques estarán sobredimensionados en un 50% entonces para posteriores inclusiones de líquidos tenemos:

$$0,34\text{m}^3 * 0,5 = 0,53\text{m}^3$$

- **Cálculo de las dimensiones de los tanques**

Como diámetro cogemos 800mm y 60° como el ángulo del fondo cónico.

$$0,53\text{m}^3 = V_{\text{virola}} + V_{\text{fondo conico}}$$

Donde:

$$V_{\text{virola}} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H$$

$$V_{\text{fondo conico}} = \frac{\pi/4 D^2 L}{3}$$

Donde L es:

$$l = \frac{D}{2 \cdot \text{tg} \alpha} \quad \alpha = 60^\circ$$

Sustituyendo estas ecuaciones en la primera:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi}{4} D^3 \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg} \alpha} \right) \quad \text{donde } r = H/D$$

Entonces:

$$0,53 \text{ m}^3 = \frac{\pi}{4} D^3 \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg} \alpha} \right)$$

$$0,8 = 3\sqrt{4} * 0,8 / \pi \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg} 60^\circ} \right)$$

$$r = 1,22 \text{ m}$$

$$r = H/D$$

$$H = 0,97 \text{ m}$$

$$l = \frac{0,8}{2 \cdot \text{tg} 60^\circ}$$

$$l = 0,23 \text{ m}$$

- **Cálculo de la densidad de aceites y melaza**

Como el tanque estará ubicado al aire libre, como Temperatura de operación cogeremos el caso más desfavorable, en que la densidad es menor. Por tanto, cogeremos el valor de T almacenamiento = 50°C .

Como la densidad del la melaza es mayor que la del aceite ( $\rho_{\text{melaza}} = 1470 \text{ kg/m}^3$ ), la utilizaremos para realizar los cálculos. De esta manera sobredimensionamos para asegurar un buen funcionamiento.

## B) Diseño mecánico

- Cálculo del espesor de los tanques aceites y melaza

En primer lugar debemos calcular la presión de operación, que en nuestro caso corresponde a la presión ejercida por la columna de líquido en el interior del tanque.

$$P_1 = H * g * \rho$$

Donde:

h<sub>l</sub> : altura de líquido (m)

g: gravedad (m/s<sup>2</sup>)

ρ: densidad (Kg/m<sup>3</sup>)

Como conocemos la altura del recipiente H=0,97m

Entonces:

$$P_1 = 0,97 * 9,8 * 1470$$

$$P_1 = 13973,82 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2) = 13,973 \text{ kpa}$$

$$13,973 \text{ kpa} * \frac{1000 \text{ pa}}{1 \text{ kpa}} * \frac{1 \text{ atm}}{1,0132 \cdot 10^5 \text{ pa}} = 0,13 \text{ atm}$$

Una vez conocemos la presión de operación, calculamos la presión de diseño con la siguiente expresión:

$$P_d = P_{ab} + 1 \text{ barg} = 0,13 + 1 = 1,13 \text{ atm}$$

Ya podemos calcular el espesor del recipiente y de los fondos cónico y plano. Lo hacemos según el código ASME. Como factor de soldadura (E) se toma el valor de 0,85.

$$S(35^\circ\text{c}) = 16100 \text{ psi} * \frac{6894,76 \text{ N}/\text{m}^2}{1 \text{ psi}} * \frac{1 \text{ bar}}{10^5 \text{ N}/\text{m}^2} = 1110,06 \text{ bars}$$

$$t = \frac{1,13\text{bar} * 400\text{mm}}{1110,06\text{bar} * 0,85 - (0,6 * 1,13\text{bar})} + 0,2(6 - t) + 0,07 * t + 1$$

$$t = 2,37\text{mm}$$

Como el fondo cónico sólo tiene que soportar su propio peso, tendrá el espesor mínimo ponderado de 2 mm.

En la figura P7-1A, P7-1B anexos 9 se tiene las especificaciones de construcción para los tanques de aceites y melaza .

### **A) Diseño funcional tanque balanza de micro líquido**

- **Capacidad de almacenamiento**

Las necesidades de los micro líquidos corresponden al valor de 42 Kg/min Teniendo en cuenta que el tanque tendrán la capacidad suficiente para poder almacenar en 50 segundos los líquidos, por cada bach entonces el volumen será el siguiente:

$$42\text{kg}/\text{min} * 1\text{min}/60\text{seg} * 50\text{seg} = 35\text{kg por aceite}$$

Transformando

$$35\text{kg} * 32\text{onzas}/1\text{kg} * 1\text{m}^3/33814\text{onzas} = 0,03\text{m}^3$$

Los tanques estarán sobredimensionados en un 50% entonces para posteriores inclusiones de líquidos tenemos:

$$0,03\text{m}^3 * 0,5\% = 0,049\text{m}^3$$

- **Cálculo de las dimensiones de los tanques**

Como diámetro cogemos 400mm y 60° como el ángulo del fondo cónico.

$$0,04\text{m}^3 = V_{\text{virola}} + V_{\text{fondo conico}}$$

Donde:

$$V_{\text{virola}} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H$$

$$V_{\text{fondo conico}} = \frac{\pi/4 D^2 L}{3}$$

Donde L es:

$$l = \frac{D}{2 \cdot \text{tg}\alpha} \quad \alpha = 60^\circ$$

Sustituyendo estas ecuaciones en la primera:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi}{4} D^3 \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg}\alpha} \right) \quad \text{donde } r = H/D$$

Entonces:

$$0,04\text{m}^3 = \frac{\pi}{4} D^3 \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg}\alpha} \right)$$

$$0,4 = 3\sqrt{4} * 0,8/\pi \left( r + \frac{1}{6 \cdot \text{tg}60^\circ} \right)$$

$$r = 0,69\text{m}$$

$$r = H/D$$

$$H = 0,27\text{m}$$

$$l = \frac{0,4}{2 \cdot \text{tg}60^\circ}$$

$$l = 0,11\text{m}$$

#### • Cálculo de la densidad del micro líquido

Como el tanque estará ubicado al aire libre, como temperatura de operación cogeremos el caso más desfavorable, en que la densidad es menor. Por tanto, cogeremos el valor de T almacenamiento = 30°C .

Como la densidad del luctamold es mayor que la de los otros micro líquidos (pluctamold = 1082,5kg/m<sup>3</sup>), la utilizaremos para realizar los cálculos. De esta manera sobredimensionamos para asegurar un buen funcionamiento.

## B) Diseño mecánico

### • Cálculo del espesor del tanque para los micro líquidos

En primer lugar debemos calcular la presión de operación, que en nuestro caso corresponde a la presión ejercida por la columna de líquido en el interior del tanque.

$$P_1 = H * g * \rho$$

Donde:

h<sub>l</sub> : altura de líquido (m)

g: gravedad (m/s<sup>2</sup>)

ρ: densidad (Kg/m<sup>3</sup>)

Como conocemos la altura del recipiente H=0,27m

Entonces:

$$P_1 = 0,27 * 9,8 * 1082,5$$

$$P_1 = 2864,3 \text{ kg/(m.s}^2\text{).} = 2,864\text{kpa}$$

$$2,864\text{kpa} * \frac{1000\text{pa}}{1\text{kpa}} * \frac{1\text{atm}}{1,0132 \cdot 10^5\text{pa}} = 0,03\text{atm}$$

Una vez conocemos la presión de operación, calculamos la presión de diseño con la siguiente expresión:

$$P_d = P_{ab} + 1\text{barg} = 0,03 + 1 = 1,03\text{atm}$$

Ya podemos calcular el espesor del recipiente y de los fondos cónico y plano. Lo hacemos según el código ASME. Como factor de soldadura (E) se toma el valor de 0,85.

$$S(35^{\circ}\text{c}) = * 16100\text{psi} * \frac{6894,76\text{N/m}^2}{1\text{psi}} * \frac{1\text{bar}}{10^5\text{N/m}^2} = 1110,06\text{bars}$$

$$t = \frac{1,03\text{bar} * 200\text{mm}}{1110,06\text{bar} * 0,85 - (0,6 * 1,03\text{bar})} + 0,2(6 - t) + 0,07 * t + 1$$

$$t = 2,14\text{mm}$$

Como el fondo cónico sólo tiene que soportar su propio peso, tendrá el espesor mínimo ponderado de 2 mm.

En la figura P7-2B, P7-2B anexos 9 se tiene las especificaciones de construcción para el tanque de micro líquido.

Las características de los tanques de pesaje se encuentran descritas en el siguiente cuadro 3.51.

CARACTERISTICAS DE LOS TANQUES									
FLUIDOS	CARACTERISTICAS								
	DIA	CAP	ALTURA DEL RECIPIENTE	ALTURA DEL FONDO CONICO	ALTURA TOTAL	VOLUMEN DEL RECIPIEN	VOLUMEN FONDO CONICO	VOLUMEN TOTAL	MAT
	M	kg	M	M	m	m3	m3	m3	acero
ACEITES	0,8	360	0,97	0,23	1,22	0,48	0,038	0,53	SS 304
MELAZA	0,8	360	0,97	0,23	1,22	0,48	0,038	0,53	SS 304
MICROLIQUIDOS	0,4	50	0,27	0,11	0,38	0,034	0,005	0,04	SS 304

**Cuadro 3. 51** Características de los tanques de pesaje.

Fuente: David Rodríguez



### 3.4.3.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para dimensionar los diferentes elementos que constaran en el proyecto de dosificación de líquidos se ha dividido en dos tramos:

- 1.- Alimentación de líquidos desde los tanques de almacenamiento hacia el tanque de pesaje.
- 2.- Alimentación de líquidos desde los tanques de pesaje hacia la mezcladora.

Dentro de estos tramos se ha dimensionado diferentes elementos:

#### 3.4.3.3.1 SELECCIÓN DE BOMBAS DE ALIMENTACION DE LIQUIDOS A LOS TANQUES DE PESAJE.

De acuerdo al caudal y presión calculados en la sección anterior se utilizan las graficas de las bombas del fabricante anexo 4 , con las que se designan las potencias de salida de los motores así como la velocidad de las bombas para la elección de cajas reductoras estos datos se encuentran en el siguiente.

(Cuadro 3.52)

SELECCIÓN DE BOMBAS DE ALIMENTACION DE LIQUIDOS AL TANQUE DE PESAJE						
BOMBAS	CARACTERISTICAS					
	MARCA	MODELO	CAUDAL	POTENCIA	VELOCIDAD BOMBA	PRESION
ACEITE DE PALMA	ROPER	3717 HBFRV	118GPM	10HP	600RPM	100PSI
MELAZA	ROPER	2F75	58GPM	10HP	320 RPM	225PSI

**Cuadro 3. 52 Selección de caudal, velocidad, presión para las bombas y potencia de salida de motores para la alimentación de líquidos a los tanques de pesaje.**

**Fuente:** David Rodríguez

Las bombas de aceite de palmiste, alimet, colina y luctamold conservan sus características.

### 3.4.3.3.2 SELECCIÓN DE BOMBAS DOSIFICADORAS A LA MEZCLADORA

El caudal necesario para la dosificación de los Aceites, Melaza, Micro líquidos está en función de la cantidad y el tiempo mínimo de traslado. Los caudales se encuentran definidos en el cuadro 3.4.

Para la selección de las bombas peristálticas también utilizando las graficas de las bombas del fabricante anexo 4 con las que se designan las potencias de salida de los motores así como la velocidad de las bombas para la elección de cajas reductoras estos datos se encuentran en el siguiente. (Cuadro 3.53).

SELECCIÓN DE BOMBAS DE DOSIFICACION DE LIQUIDOS DEL TANQUE DE PESAJE A LA MEZCLADORA						
BOMBAS	CARACTERISTICAS					
	MARCA	MODELO	CAUDAL	POTENCIA	VELOCIDAD BOMBA	PRESION
ACEITES	ALBIN	ALH50	42GPM	7,5HP	63RPM	220PSI
MELAZA	ALBIN	ALH65	26GPM	10HP	63RPM	220PSI
MICROLIQUIDOS	ALBIN	ALH32	13GPM	3HP	72RPM	220PSI

**Cuadro 3. 53** Selección de caudal, velocidad, presión para las bombas y potencia de salida de motores para la dosificación de líquidos desde los tanques de pesaje a la mezcladora.

Fuente: David Rodríguez

### 3.4.3.3 SELECCIÓN DE VALVULAS

Las válvulas que constituirán el sistema de dosificación anexo 6 serán de tipo mariposa en acero inoxidable y con actuador neumático de simple efecto se utilizaran en los manifolds, descargas de tanques de pesaje, en diámetros de 1",2",4".

De tipo asiento inclinado con actuador neumático para purgar las líneas de abastecimiento a la mezcladora en diámetro de ½".

El cuadro adjunto resume las características de estas válvulas. (Cuadro 3.54).

SELECCIÓN DE LAS VALVULAS						
CANTIDAD	CARACTERISTICAS					
	TIPO	MARCA	DIAMETRO pulg	DISCO	CUERPO	ELASTOMERO
7	MARIPOSA	BRAY	1	ACERO INOXIDABLE	HIERRO FUNDIDO	BUNA
5	MARIPOSA	BRAY	2 ½	ACERO INOXIDABLE	HIERRO FUNDIDO	BUNA
3	MARIPOSA	BRAY	4	ACERO INOXIDABLE	HIERRO FUNDIDO	BUNA
6	ASIENTO INCLINADO	BURKERT	½	ACERO INOXIDABLE	-	-

**Cuadro 3. 54Selección de válvulas**

**Fuente:** David Rodríguez

A estos tanques se les adjunta celdas de carga las cuales han sido seleccionadas en función del peso que se va a medir. Dichas características se presentan en el siguiente cuadro 3.55.

CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS DE PESAJE METTER TOLEDO				
MODELO	ULTRAMOUNT		VLM2	
# DE APOYOS DE TANQUE	3 PATAS		3 PATAS	
CAPACIDAD MAXIMA (CONJUNTO DE 3 MODULOS)	60 KG	300KG	300 KG	300KG
RESOLUCION	20G	100G	100G	100G
MATERIAL DE LA CELDA	Acero inoxidable		Acero inoxidable	
MATERIAL DEL MODULO	Acero inoxidable		Acero al carbono	
GRADO DE PROTECCION	IP68		IP67	

**Cuadro 3. 55 Características de las celdas de pesaje**

**Fuente:** David Rodríguez

A través de un indicador se podrá observar los datos en tiempo real de la masa. anexo7.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS DE PRUEBAS Y RESULTADOS**

En el presente capitulo se presentan las pruebas a las que fue sometido el sistema durante su implementación. Como objetivos principales fueron verificar la funcionalidad y calidad de los diseños tanto mecánicos como eléctricos, además de familiarizar al personal operador de producción y escuchar sus sugerencias. Las pruebas priorizaron el cumplimiento de secuencias y precisión del sistema de pesaje.

Es de suma importancia que la secuencia de pesaje se complete ya que cualquier falla provocaría una interrupción del sistema de dosificación de líquidos en la línea de producción.

Cronológicamente hablando el periodo de pruebas empezó con las pruebas mecánicas que se realizaron posterior a la construcción de cada componente de manera que se verifique el buen estado previo al acoplamiento del sistema principal.

Las pruebas que se realizaron durante la construcción de la báscula, se las puede dividir en electrónicas y mecánicas. Mientras que las pruebas posteriores a la implementación evaluaron al sistema en conjunto; es decir electrónicas, mecánicas y neumáticas.

#### **4.1 PRUEBAS ELECTRONICAS**

Las pruebas de la parte electrónica del proyecto hacen referencia al periodo de calibración de los módulos de pesaje, adquisición de datos del controlador, familiarización de los usuarios con las pantallas de la interface intouch.

#### 4.1.1 CALIBRACION DE MODULOS DE PESAJE.

La calibración de los módulos de pesaje de los tres tanques balanza permitieron asignar el cero referencial así como un punto de trabajo. Factores que determinan el rango de pesaje. Las primeras pruebas se tuvieron que realizar sin el peso de las conexiones de las válvulas a la salida del tanque, lo que permitió observar la lineabilidad de los datos adquiridos.

Primeramente se asigno el cero y un punto de trabajo de manera que se pueda verificar el proceso de calibración, estas pruebas de comparación y ajuste se realizaron con pesas normalizadas que se utilizan en Pronaca para calibración de otras máquinas.

Existían dos casos de oscilaciones en las lecturas de pesos que se muestran en el cuadro 4.1. En el primer caso, las tapas de los tanques rozaban con las tuberías de entrada, se las retiro pero los errores se mantenían en menor exactitud, esta prueba identifico el problema en la sujeción de las válvulas a los tanques, que posteriormente se corrigió mejorando la exactitud.

CALIBRACION DE LAS TRES BALANZAS		
	LECTURA PESA DE 20KG	LECTURA PESA DE 30KG
OSCILACION POR TAPAS	18.90	29.60
OSCILACION POR SUJECION DE VALVULAS AL TANQUE	19.60	29.80
CAMBIO EN LA SUJECION DE LAS VALVULAS.	20.05	30.1

**Cuadro 4. 1 Calibración de los módulos de pesaje.**

**Fuente:** David Rodríguez

#### 4.1.2 ADQUISICION DE DATOS DEL CONTROLADOR

La red de e/s remotas allen-bradley (A-B RIO) es una red de información específica que permite al plc comunicarse con armarios adicionales de entradas y dispositivos de salida, en nuestro caso el controlador ind780.

La prueba que se realizó consistía en adquirir los datos de peso de las tres balanzas para ello se debía entrar en el parámetro de configuración en la opción de comunicación en donde se designa el número de básculas a utilizarse.

Entonces el problema surgía en descifrar como se transmitía la ranura de la salida del controlador, y como la aplicación nuestra requiere de campos múltiples de datos en una transferencia de datos cíclica

Para lograr esto, se asignó a la salida dos, tres o hasta cuatro ranuras de mensaje para la salida.

La salida continua se utiliza con marcadores multibáscula. La cadena consiste en mensajes separados para cada báscula habilitada y la suma de la estructura para cada mensaje de báscula se muestra a continuación. El cuadro 4.2. muestra un ejemplo de la salida completa para dos básculas.

01H	Stat ABC			Peso bruto	Peso de tara			CR	CKS	02H	Stat ABC			Peso bruto	Peso de tara			CR	CKS
AD	SW	SW	SW	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CR	CKS
R	A	B	C																
1	2			3						4						5	6		
	Bytes de estado			Peso Bruto / Neto						Peso de tara									

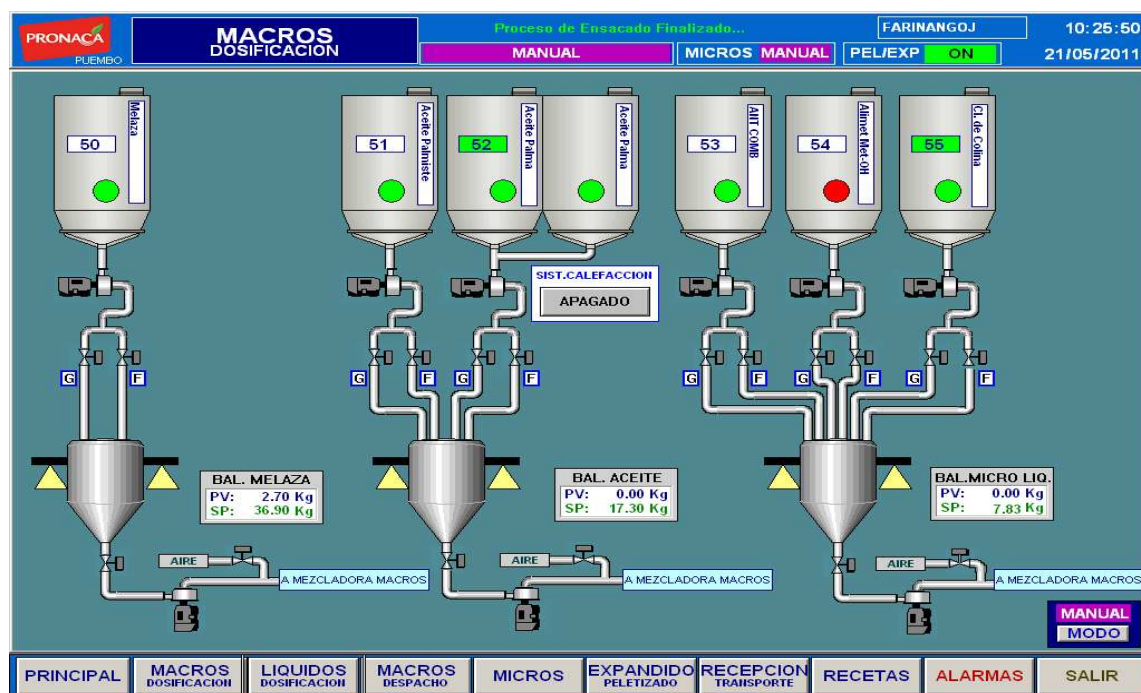
**Cuadro 4. 2 Mensaje de salida del indicador IND780**

Fuente: Manual Mettler Toledo.

### 4.1.3 FAMILIARIZACION DE LOS USUARIOS CON LA PANTALLAS DE INTOUCH

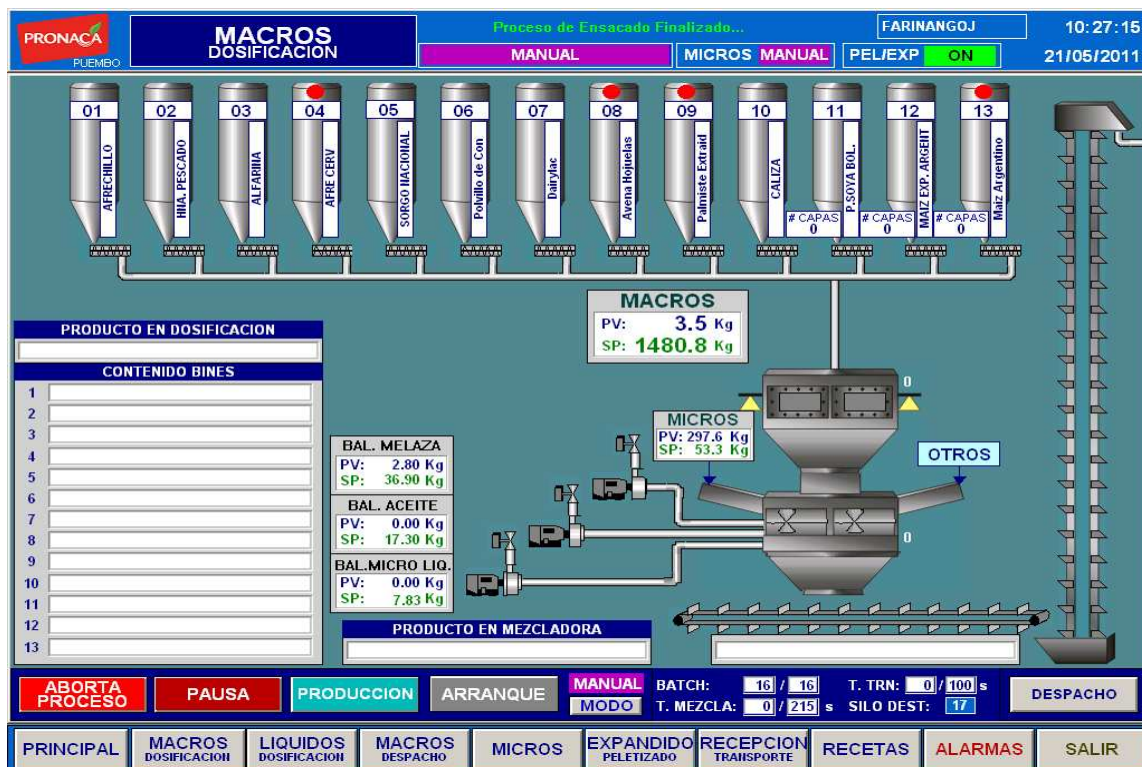
El intouch provee al operador de una ayuda grafica, por lo tanto esta prueba permitió asegurarse a los requerimientos de las personas que trabajan en Pronaca.

Se añadió un nuevo menú de dosificación Fig. 4.1 , de líquidos conservando la misma forma de selección de antes, se mantienen pantallas con predilección a gráficos y números para seteados así como pantallas de información de reportes y creaciones de órdenes razón por la que la familiarización con el nuevo sistema no tuvo inconvenientes.



(a)





(b)

FIG. 4. 1 (a) y (b) Modelos de nuevas pantallas incluidas en la programación.  
 Fuente: David Rodríguez

#### 4.1.4 VERIFICACION DE SEÑALES ELECTRICAS

En el capítulo anterior se describen todas las señales de control que nos permiten comandar a las válvulas y motores. A pesar de ser un proceso simple implica establecer la ubicación y designaciones correctas de todos los elementos.

Una vez que se cargo la nueva aplicación la prueba se oriento al forzamiento en forma manual de programa e ir a comprobar físicamente su funcionamiento.

Durante la comprobación se encontró señales que no llegaban por pérdida de neutro así como conexiones cambiadas. Posteriormente se corrigieron todos los errores.

## 4.2 PRUEBAS MECANICAS

Las pruebas de la parte mecánica tomaron parte cuando cada componente terminaba de ser construido. El diseño estipulaba dimensiones, ángulos pero recién en la prueba se verificaba su correcto funcionamiento y el acoplamiento con los otros componentes.

Entre las pruebas se pueden mencionar: capacidad de los tanques, temporización de llenado y vaciado de los líquidos.

### 4.2.1 CAPACIDAD DE LOS TANQUES

La prueba consistió en llenar a los tres tanques con sus respectivos líquidos esto se realizó una vez que se completó toda la estructura con los módulos de pesaje.

Luego de la calibración y ajuste de las balanzas se introdujeron dichos líquidos y a través del controlador se visualizó la cantidad real que había ingresado.

Los resultados se muestran en el cuadro 4.3 donde se comparan los valores del capítulo de diseño, con los valores reales de la prueba. El resultado fue óptimo pues el sobre-dimensionamiento buscaba que la capacidad de diseño requerida y la capacidad real guarden relación.

CAPACIDAD DE LOS TANQUES			
	CAPACIDAD DE DISEÑO REQUERIDA	CAPACIDAD DE DISEÑO SOBREDIMENSIONADA	CAPACIDAD REAL DEL DEPOSITO
TANQUES DE MELAZA Y ACEITES	180	360	220
TANQUES DE MICROLIQUIDOS	35,2	50	33

**Cuadro 4. 3 Resultados de las pruebas de capacidad de los tanques.**

**Fuente:** David Rodríguez

#### 4.2.2 TEMPORIZACION DE LLENADO Y VACIADO DE LOS LIQUIDOS

El objetivo principal de esta prueba es verificar que se cumplan los tiempos requeridos del diseño tanto en el llenado como en el vaciado de los depósitos.

Esta prueba se realizo a la par con la de capacidad así que se procedió a abrir de forma manual las válvulas para registrar el tiempo de llenado de los tanques ayudándose del indicador para visualizar la capacidad requerida.

Luego del llenado se procedió a la evacuación del depósito el cual fue total en el tiempo esperado. Como resultado se obtuvo los tiempos descritos en el siguiente cuadro 4.4.

CARACTERISTICAS DEL FLUIDO-TIEMPOS				
NOMBRE	CANTIDAD A DOSIFICAR		TIEMPO DE DOSIFICACION	
	Kg		seg	
	REQUERIDO	REAL	REQUERIDO	REAL
<b>MICROLIQUIDOS</b>				
ALIMET	9,9	3,5	18	6
COLINA	20,6	18	45	25
LUCTAMOLD	4,7	0,8	7	2
<b>MACROLIQUIDOS</b>				
ACEITE DE PALMA	180	120	22	24
ACEITE DE PALMISTE	180	80	75	18
MELAZA	180	160	44	42
<b>SPRAY DE LIQUIDOS</b>				
NOMBRE	CANTIDAD A DOSIFICAR		TIEMPO DE DOSIFICACION	
	Kg		seg	
	REQUERIDO	REAL	REQUERIDO	REAL
INYECCION ACEITES DE PALMA –PALMITE	180	120	60	39
INYECCION MELAZA	110	80	60	40
INYECCION MICROLIQUIDOS	45	22.3	50	16

**Cuadro 4. 4 Periodos de tiempo alcanzados con el nuevo sistema.**

**Fuente:** David Rodríguez

La prueba indica que la selección de los equipos fue el correcto.

### **4.3 PRUEBAS DEL SISTEMA**

Finalmente se describirán las pruebas del sistema instalado, pues luego de que los tanques balanza respondieron satisfactoriamente.

En esta etapa se describen las siguientes pruebas; pruebas del mecanismo, pruebas de caudal, pruebas de comunicación con el HMI, pruebas de corrección de pesaje.

#### **4.3.1 PRUEBAS DEL MECANISMO**

La verificación de la secuencia se complementa en esta prueba. Para su realización se utilizó un flujo menor de trabajo, es decir se inventó una receta en la que se incluía todos los ingredientes, paso que se siguió para tener tiempo de reacción ante cualquier falla.

Esta prueba presentó un error en el periodo de llenado de los tanques balanza pues estos duplicaban su peso durante los 215 segundos de mezcla.

Este escenario sucedía por que la programación se había realizado para incluir en la secuencia un tanque pulmón, a partir de ahí se cambió el control suspendiendo esta condición.

Este problema causó que no se complete la secuencia de pesaje y se afecten otras máquinas del proceso por los atoramientos ya que la mezcla era bastante húmeda.

### **4.3.2 PRUEBAS DEL CAUDAL DE TRABAJO**

Como se menciona anteriormente el flujo para la prueba del mecanismo fue menor al nominal, por lo tanto la presente prueba ayudo a evaluar al sistema ante flujos reales de trabajo.

Es importante saber que el flujo de diseño o flujo máximo no se alcanza todo el tiempo, siendo diferente en cada una de las recetas.

Como punto de partida se tomaron recetas en las que entran el mayor número de ingredientes y se procedió a arrancar en forma manual al tiempo que se revisaba que los tanques balanza sean llenados y vaciados periódicamente durante el tiempo que transcurre el batche.

Durante el vaciado de los tanques se dio el caso de que se comenzaba inmediatamente el llenado. La razón es que el límite de estabilidad de las balanzas era muy pequeño, el incremento de dicho tiempo otorgo mediciones más exactas y precisas.

### **4.3.3 PRUEBAS DEL HMI (INTOUCH)**

El HMI resume la información principal del proceso como son los bits de funcionamiento y los registros de almacenamiento. Además ejecuta los comandos de ingreso y salida.

Tras verificar la conexión, la interacción de los operadores ayudo a seleccionar datos y comandos, modificándose información que no estaba muy clara.

Como resultado de esta prueba se depuraron animaciones y comandos para que la información sea mas relevante además se pudo comparar por medio de los registros la información que estaba siendo almacenada donde se dio el caso de que el valor del peso que estaba capturándose del indicador , no consideraba valores negativos es decir si una balanza comenzaba su punto de partida desde los - 0.5 kg y el punto de selección era 22 kg el dato almacenado correspondía a

27 kg ,la razón era de que el valor luego de ser tarado no se estaba restando para el registro.

#### **4.3.4 PRUEBAS DE EXACTITUD**

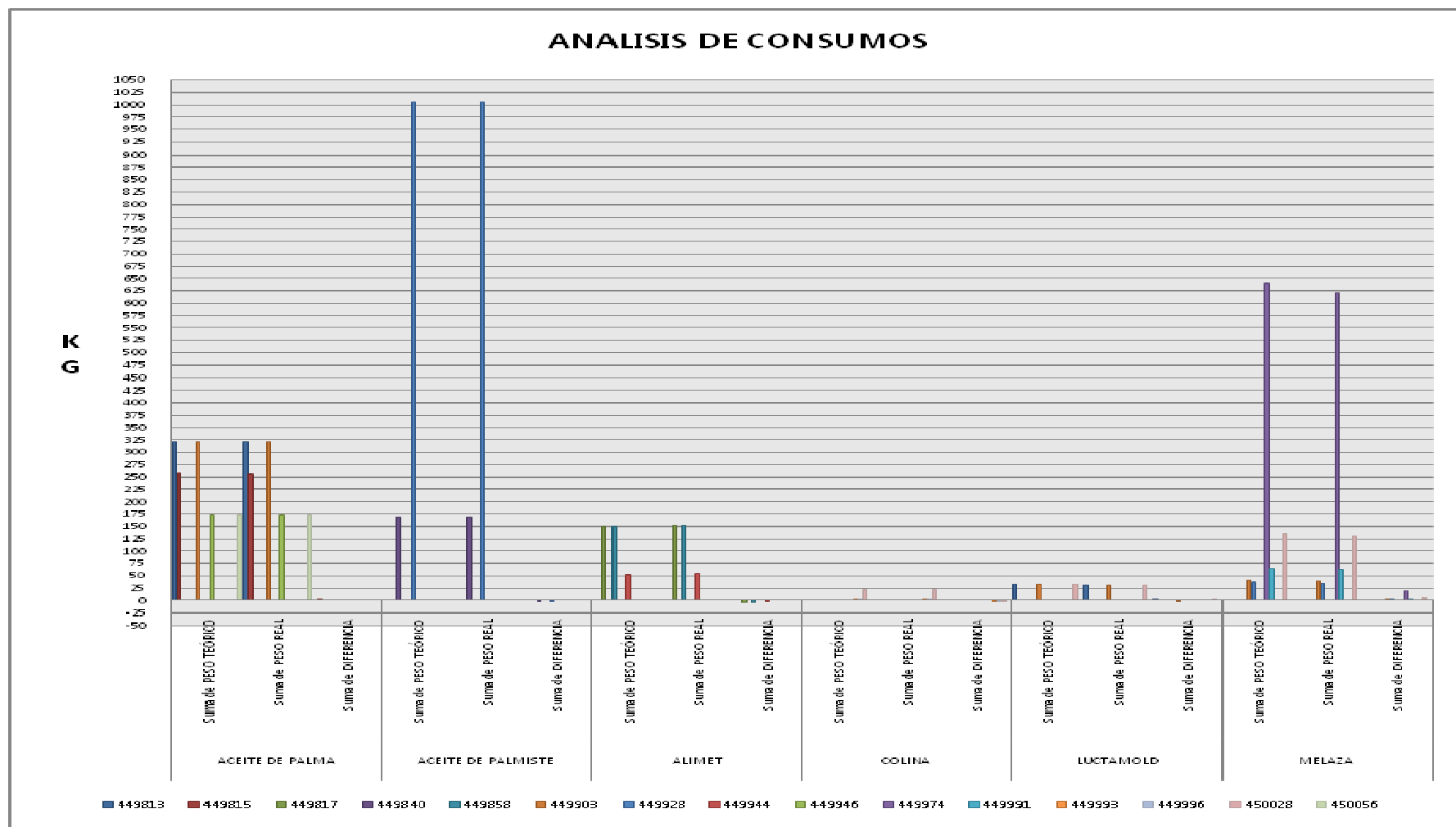
Las pruebas de exactitud fueron necesarias para comprobar que los datos tengan relación con las cantidades almacenadas y así saber que tan confiable es el sistema. Para tratar de conseguir una buena sensibilidad del sistema se procedió electrónicamente a ajustar los cortes, es decir los tiempos en los que se comanda a los manifolds y a los variadores de frecuencia a que cambien de posición y velocidad respectivamente, estos corresponden al corte de dosificación y al corte en vuelo. El corte de dosificación se establece al momento en que se cambia la velocidad de entrada de los líquidos así como el caudal, cuando queda solo accionada la válvula de mariposa pequeña de las dos activadas.

Y el corte en vuelo es en el momento que deja de funcionar la bomba a través del variador quedando para el ajuste solo el líquido con altura en la tubería.

Para comprobar dicho ajuste se compara la cantidad teórica con la cantidad real refleja en los reportes de producción anexo 8 teniendo como resultado los datos del siguiente cuadro 4.5.

INGREDIENTES	ORDENES																Total general
	449774	449813	449815	449817	449840	449841	449858	449903	449928	449944	449946	449974	449991	449993	449996	450028	
<b>ACEITE DE PALMA</b>																	
Suma de PESO TEÓRICO	4789,2	320	257,84				320			172,44					172,44		6031,92
Suma de PESO REAL	4747,8	320,0	254,8				320,0			172,4					172,4		5987,5
Promedio de																	
DIFERENCIA	1,0	0,0	0,8				0,0			0,0					0,0		0,7
Promedio de %	1%	0%	1%				0%			0%					0%		1%
<b>ACEITE DE PALMISTE</b>																	
Suma de PESO TEÓRICO					167,4	2484			1004,4								3655,8
Suma de PESO REAL					167,8	2488,4			1003,8								3660,0
Promedio de																	
DIFERENCIA					-0,1	-0,1			0,0								0,0
Promedio de %					-1%	0%			0%								0%
<b>ALIMET</b>																	
Suma de PESO TEÓRICO				148,05			148,05		50,67								346,77
Suma de PESO REAL				151,4			151,6		52,4								355,4
Promedio de																	
DIFERENCIA				-0,2			-0,2		-0,2								-0,2
Promedio de %				-2%			-2%		-3%								-3%
<b>COLINA</b>																	
Suma de PESO TEÓRICO												2,34	1,8	22,28			26,42
Suma de PESO REAL												2,3	1,8	21,7			25,8
Promedio de																	
DIFERENCIA												0,0	0,0	0,2			0,1
Promedio de %												1%	1%	3%			2%
<b>LUCTAMOLD</b>																	
Suma de PESO TEÓRICO		32,1					32,1							33,04			97,24
Suma de PESO REAL		30,4					30,9							31,0			92,3
Promedio de																	
DIFERENCIA		0,2					0,1							0,1			0,1
Promedio de %		5%					4%							6%			5%
<b>MELAZA</b>																	
Suma de PESO TEÓRICO							40	36		640	64			135			915
Suma de PESO REAL							37,6	33,3		619,9	61,6			130,1			882,5
Promedio de																	
DIFERENCIA							2,4	2,7		2,5	2,4			2,5			2,5
Promedio de %							6%	8%		3%	4%			4%			4%

Cuadro 4. 5 Pruebas de exactitud  
Fuente: David Rodríguez, reportes de producción.



**FIG. 4. 2 Análisis de consumos de líquidos.**  
 Fuente: David Rodríguez, reportes de producción.



En la Fig. 4.2 se puede notar las diferencias entre las cantidades teóricas y las cantidades reales.

Para comprobar que las técnicas utilizadas permitieron mantener la precisión en los límites deseados se realizó una comparación de dosificaciones del antiguo sistema anexo 8, con el sistema implementado.

Por lo tanto la tabla de error sería la siguiente:(Cuadro 4.6)

SISTEMAS	ANTIGUO SISTEMA	NUEVO SISTEMA	ANTIGUO SISTEMA	NUEVO SISTEMA	ANTIGUO SISTEMA	NUEVO SISTEMA	ANTIGUO SISTEMA	NUEVO SISTEMA	ANTIGUO SISTEMA	NUEVO SISTEMA
INGREDIENTES	ACEITE DE PALMA		ACEITE DE PALMISTE		ALIMET		COLINA		LUCTAMOLD	
CANTIDAD IDEAL (IN TOUCH)	30,18	32	0	64,8	1,81	3,12	2,34	2,34	1,8	5,57
CANTIDAD REAL (LÍQUIDO)	31,95	32	0	64,8	0,90	3,24	2,45	2,32	1,85	5,42
ERROR DOSIFICACIÓN	-1,77	0	0	0	0,91	-0,12	-0,11	0,02	-0,05	0,15
DIFERENCIA PORCENTUAL	-6%	0%	0%	0%	50%	-4%	-5%	1%	-3%	3%

**Cuadro 4. 6 Tabla de diferencia porcentual de los líquidos.**

**Fuente:** David Rodríguez, reportes de producción.

Finalmente se puede decir que tras verificar el funcionamiento de todos los componentes del sistema, la exactitud obtenida es del 0% en los ingredientes que entran en mayor cantidad y del 3% en los ingredientes de menor cantidad.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

El sistema de dosificación de líquidos cumple con el objetivo principal de implementar tanques balanza para medir y registrar líquidos por peso.

El principio de pesaje de los líquidos fue satisfactorio, por que permitió pesar a todos los líquidos de manera efectiva sin reducir flujo de trabajo en todo el proceso, justificando así la selección por sobre las alternativas seleccionadas.

El principal problema en la consecución de la exactitud deseada fue oscilaciones en la estructura, causadas por rozamientos de las tapas, la caída de los líquidos en los depósitos y conmutación de las válvulas propias de cada báscula.

La utilización de cortes de dosificación y tiempos de estabilidad permitió completar el acondicionamiento para la sensibilidad del sistema de pesaje, reduciendo los efectos de las vibraciones antes mencionadas.

La calibración de los módulos para las celdas de carga define el rango de trabajo del mismo. La inclusión del cero referencial mas dos puntos de calibración permitieron tener buena inefabilidad dentro del rango

La exactitud bordea el 0% para los macro líquidos y del 3% para los micro líquidos si se compara con los valores de aforos del antiguo sistema, con lo cual se cumple el objetivo de tener un sistema de alta confiabilidad que provea datos reales.

Las horas de improductividad debido a problemas de dosificación de los líquidos incluidos en las recetas han disminuido, de acuerdo a los resultados de índices de la planta.

Los trabajos efectuados se realizaron considerando normas de seguridad, lo cual garantizo un trabajo libre de accidentes.

Todo cambio de infraestructura en una empresa representa una inversión, la cual debe justificarse y pagarse con el tiempo, en este caso la versatilidad de la instalación a hecho que la inversión que se realizo sea recobrada y se ven las ventajas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

El sistema de dosificación de líquidos utilizando un sistema de medición por peso requiere de un mantenimiento programado en cuanto a calibración y ajuste de sus balanzas.

Para establecer la ruta a seguir hay que averiguar los elementos que se encuentran en el mercado, para evitar así demoras por la construcción de un accesorio o elemento especial.

Es recomendable tener elementos de repuestos para las tuberías bombas, válvulas, variadores, celdas de carga. Pues es una forma de tener reemplazos en futuros cambios.

Es importante sacar diagramas unifilares que ayuden a una mejor descripción de los elementos involucrados en la modificación.

Se debe realizar la limpieza permanente de los tanques balanza, debido a que el ambiente se encuentra con partículas de polvo que se depositan en ellos, haciendo con esto que se produzcan errores de las mediciones.

Se debe instalar cables llamados de reserva entre tableros, que ayudan a ganar tiempo en caso de una instalación de un nuevo equipo, o a reemplazar un cable dañado, este cable de reserva tiene que estar claramente identificado en sus extremos.

Si se van a realizar trabajos con voltajes altos, se debe desconectar la fuente de alimentación de energía y poner en cortocircuito los conductores colocándolos a tierra, para que en el caso de que alguien conecte la fuente por equivocación, toda descarga se vaya hacia tierra sin afectar a las personas que están ejecutando el trabajo, como a los equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. TYLER G- Hicks; “Manual de Cálculos para las Ingenierías”; Mc Gran Hill; Tomo II; Tercera Edición
2. CACERES José; “Manual practico para diseño de sistemas de bombeo en refinerías”; 1990; (Primera revisión).
3. ZUBIRACAY Manuel Viejo; “Bombas, teoría, diseño y aplicaciones”; **2000**
4. JIMENEZ DE CISNEROS Luis; “Manual de bombas”; DOSSAT; 2º ed.
5. CASTRO, Laura. FERNANDEZ, Natalia, “Planta de Producción de Acido Acético”, Universidad de Barcelona, Proyecto de Titulación, 2006-2007.
6. NEMA Standard Publication VE 2 – 2001; “Cable tray installation guidelines”; National Electrical Manufacturers Association.
7. SQUARE D COMPANY; “Tablas tecnicas” 1981.
8. JOSEPH H. Foley; “Fundamentos de instalaciones eléctricas”; Mc Graw Hill; 1993; New York.

[www.labelmarket](http://www.labelmarket)

[www.rincondelvago.com/caucho](http://www.rincondelvago.com/caucho).

[www.wikipedia.org/wiki/Puerto\\_serie](http://www.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie)

[www.wikipedia.org/wiki/ASCII](http://www.wikipedia.org/wiki/ASCII)

[www.emvtechnik.ch/Text/Vorschrift/Requierment%20EN55011.pdf](http://www.emvtechnik.ch/Text/Vorschrift/Requierment%20EN55011.pdf)

[http://mdmetric.com/ss/flanges/threaded\\_flange\\_din.htm](http://mdmetric.com/ss/flanges/threaded_flange_din.htm)

<http://es.scribd.com/doc/31782046/INSPECCION-VISUAL-ASME>

# ANEXOS

# ANEXO 1

---

## GLOSARIO DE TERMINOS

- Sección 1.-** Buna
- Sección 2.-** Teflón
- Sección 3.-** Caucho natural
- Sección 4.-** Caucho etilenpropilénicos
- Sección 5.-** Interfaz integrada de alta velocidad id-net.
- Section 6.-** Interfaz powercell
- Sección 7.-** Ethernet
- Sección 8.-** Puertos seriales
- Sección 9.-** Los caracteres de control ASCII
- Sección 10.-** El baudio
- Sección 11.-** Aisi 304
- Sección 12.-** Reglamento En55011
- Sección 13.-** Multi drop network
- Sección 14.-** Din 2566
- Sección 15.-** Ansi 125/150
- Sección 16.-** Iso 5752
- Sección 17.-** Astm
- Sección 18.-** Asme 8 sec 1

## **BUNA**

En este caso, el hidrógeno del butadieno se substituye por un grupo nitrilo (CN), para dar el acrilonitrilo, el cual se copolimeriza luego con el butadieno. El caucho nitrílico es entonces un copolímero de acrilonitrilo-butadieno. Es el que más resiste a los aceites de todos los productos de caucho comercializados y se usa en sellos y partes del automóvil que funcionan en contacto con aceites minerales. Hay diferentes grados del caucho nitrílico, esto depende del contenido de nitrilo. Los de alto contenido en nitrilo (35-40%) resisten más a los aceites, pero son más caros, tienen mayor Tg y por eso, poseen pocas propiedades a bajas temperaturas y son más rígidos. Los grados medios (25%) y bajos (18%) en contenido de nitrilo, se usan donde no es tan importante la resistencia a los aceites.

## **TEFLON**

El Teflón (PTFE) es un polímero similar al polietileno, en el que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos flúor. La fórmula química del monómero, tetrafluoroeteno, es  $CF_2=CF_2$ .

La virtud principal de este material es que es prácticamente inerte, no reacciona con otras sustancias químicas excepto en situaciones muy especiales. Esto se debe básicamente a la protección de los átomos de flúor sobre la cadena carbonada. Esta carencia de reactividad hace que su toxicidad sea prácticamente nula, y es, de hecho, el material con el coeficiente de rozamiento más bajo conocido. Otra cualidad característica es su impermeabilidad, manteniendo además sus cualidades en ambientes húmedos.



## **EL CAUCHO NATURAL ES EL POLISOPROPENO.**

Tiene excelentes propiedades de resiliencia y baja histéresis (medida de la energía que absorbe al caucho cuando se deforma.). Los cauchos de baja histéresis se usan donde es importante la baja absorción de energía, por ejemplo, en las paredes neumáticas del automóvil donde la baja absorción de energía evita el calentamiento cuando se flexionan las paredes. Por otro lado se usan cauchos de alta histéresis para la parte de los neumáticos en contacto con el suelo donde propiedades de baja resiliencia y de absorción de energía reducen el rebote y ayudan a que se adhiera la llanta a la carretera. El caucho natural constituye el 30% del uso total.

## **CAUCHOS ETILENPROPILENICOS, CAUCHOS EPM, ASTM CLASE “M”**

Los cauchos etilenpropilénicos son copolímeros del etileno y el propileno. Contienen un 60 a 80% de etileno, la función principal del propileno es evitar la cristalización del etileno. Se selecciona el método de polimerización que dé un copolímero aleatorio. Al hidrogenar el caucho natural se obtiene un copolímero completamente alternante. El caucho etilenpropilénico es el único polímero adecuado para aislar cables de potencia de 60 kV; sólo el papel parafinado tiene mejores propiedades de aislamiento.

## **INTERFAZ ID-NET**

La interfaz ID-NET™ para la interconexión de escáneres a alta velocidad. ID-NET™ permite llevar a cabo una captura de datos más rápida y eficiente sin la necesidad de un dispositivo multiplexor externo, lo que se traduce en una reducción de los costes y simplificación del sistema eléctrico.

## **INTERFAZ POWERCELL**

La nueva celda de carga MTX tiene Su microprocesador incorporado monitorea continuamente el desempeño de la celda y compensa automáticamente por influencias externas tales como cambios de temperatura, falta de linealidad, histéresis y desplazamiento de la celda de carga.

## **ETHERNET**

Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. El nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

## **PUERTOS SERIALES**

Un puerto serie o puerto serial es una interfaz de comunicaciones de datos digitales, frecuentemente utilizado por computadoras y periféricos, donde la información es transmitida bit a bit enviando un solo bit a la vez, en contraste con el puerto paralelo que envía varios bits simultáneamente. La comparación entre la transmisión en serie y en paralelo se puede explicar usando una analogía con las carreteras. Una carretera tradicional de un sólo carril por sentido sería como la transmisión en serie y una autovía con varios carriles por sentido sería la transmisión en paralelo, siendo los vehículos los bits que circulan por el cable.

El puerto serie RS-232 (también conocido como COM) es del tipo asincrónico, utiliza cableado simple desde 3 hilos hasta 25 y conecta computadoras o microcontroladores a todo tipo de periféricos, desde terminales a impresoras y módems pasando por mouses.

La interfaz entre el RS-232 y el microprocesador generalmente se realiza mediante una UART 8250 (computadoras de 8 y 16 bits, PC XT) o 16550 (IBM Personal Computer/AT y posteriores).

El RS-232 original tenía un conector tipo DB-25, sin embargo la mayoría de dichos pines no se utilizaban, por lo que IBM estandarizó con su gama IBM Personal System/2 el uso del conector DB-9 (ya introducido en el AT) que se usaba, de manera mayoritaria en computadoras. Sin embargo, a excepción del mouse, el resto de periféricos solían presentar el DB-25.

## Los caracteres de control ASCII

El código ASCII reserva los primeros 32 códigos (numerados del 0 al 31 en decimal) para caracteres de control: códigos no pensados originalmente para representar información imprimible, sino para controlar dispositivos (como impresoras) que usaban ASCII. Por ejemplo, el carácter 10 representa la función "nueva línea" (line feed), que hace que una impresora avance el papel, y el carácter 27 representa la tecla "escape" que a menudo se encuentra en la esquina superior izquierda de los teclados comunes.

Binario	Decimal	Hex	Abreviatura	Repr	AT	Nombre/Significado
0000 0000	0	00	NUL	<small>NUL</small>	^@	Carácter Nulo
0000 0001	1	01	SOH	<small>SOH</small>	^A	Inicio de Encabezado
0000 0010	2	02	STX	<small>STX</small>	^B	Inicio de Texto
0000 0011	3	03	ETX	<small>ETX</small>	^C	Fin de Texto

**Tabla 1 Significado de algunos caracteres ASCII.**

## EL BAUDIO

El baudio es una unidad de medida derivada directamente del bit, se mide en "*bit per second*" (bps) ó bit por segundo, pero para mayor comodidad se utilizan los Kilobits por segundo (Kbps) y los Megabits por segundo (Mbps). Esta unidad se suele utilizar para definir las velocidades de transferencia en las redes basadas en cable, redes inalámbricas, módems y en algunos casos en dispositivos como memorias USB. Esta unidad mide la cantidad de bits que se transmiten en cuestión de un segundo.

## AISI 304

Es una designación que se utiliza para los aceros inoxidables según la AISI (American National Standards Institute).

Los aceros inoxidables se seleccionan por su excelente resistencia a la corrosión. Todos los aceros inoxidables contienen un mínimo de 12% de Cromo, lo que permite formación de una delgada capa protectora de óxido de cromo cuando el acero se expone al oxígeno.

Hay cuatro categorías de aceros inoxidables basadas en la estructura cristalina y el mecanismo de endurecimiento que son:

- Austenítico
- Ferrítico
- Martensítico
- Endurecimiento por precipitación

<b>Acero</b>	<b>%C</b>	<b>%Cr</b>	<b>%Ni</b>	<b>Resistencia a la tensión ( PSI)</b>	<b>Esfuerzo de fluencia ( PSI)</b>	<b>Elongación (%)</b>
Austenítico	0.08	18 – 20	8.0–10.5	75.000	30000	30

**Tabla 2 Composición AISI 304.**

**REGLAMENTO EN55011: 1998 + A1: 1999 + A2: 2002**

Industriales. Científica y médica (ISM) equipos de radio frecuencia.

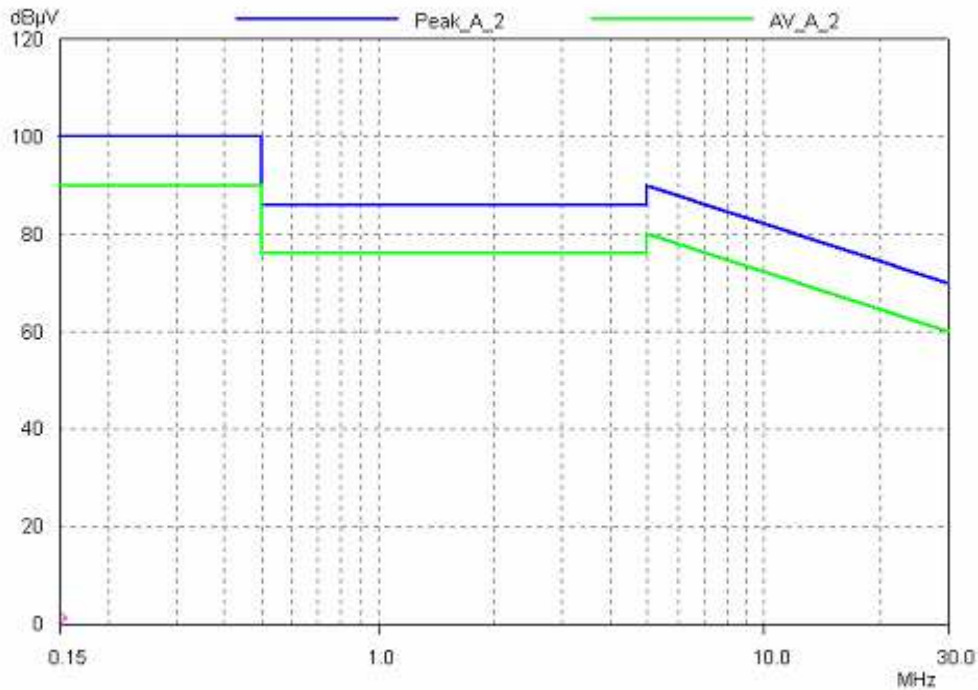
**Límites y métodos de medición**

- El A2 enmienda entró en vigor el 1 de agosto De 2002.
- El 1 de julio De 2005, la norma EN 55011:1998 sólo es jurídicamente válido, cuando el requisitos de la enmienda A2: 2002 se han cumplido.
- La lista debajo te mostrará las reformas más importantes y el cambio de la regulación EN55011: 98. Estos se encuentran en la A2 modificación: 02
- Los límites (pico / promedio) de 2a cuadro se refieren al espectro de conductores tensión de interferencia, medida en las líneas de la red 3x400Vac de equipos de clase A el grupo 2. (150kHz <f <30 MHz). Estos límites y el método de medición se han ningún cambio con respecto a la regulación EN55011: 98
- **El límite de la fig3 se refieren a las máquinas de soldadura por arco y EDM. Este límite y el método de medición han cambiado y se publican en el A2 modificación: 2002**

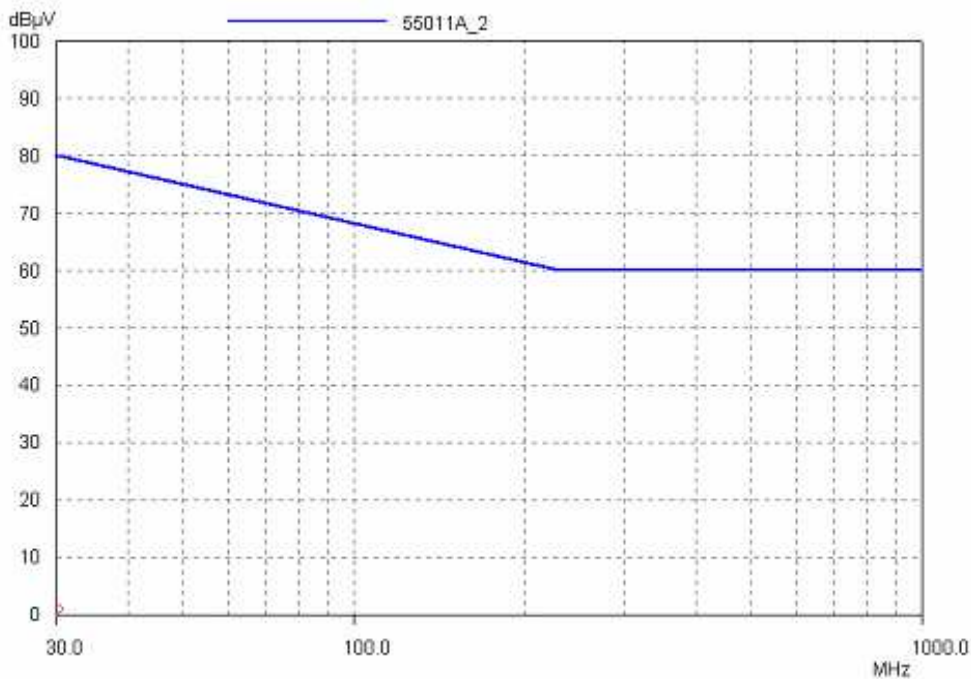
EN55011CC: 1998 + A1: 1999 + A2: 2002	CAPITULO	NUEVOS ASPECTOS ENMIENDA A2: 2002 COMPARADA CON LA REGULACION EN55011
4	ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS-ISM	La construcción de equipos ism recomienda usar las características específicas de equipos clase a grupo 2, por que su instalación es para niveles de operación manual.
4.1	SEPARACION GRUPOS	Los equipos ism del grupo 2 producen intencionales energias Hf para propósitos de herramientas manuales
4.2	SUBDIVISION CLASES	Los equipos de clase a deben respetar los limites A. Entonces estos equipos no pueden ser instalados en áreas domesticas. Las operaciones manuales deciden para ´potencias rfi para equipos clase a grupo2.

5.1.2.1	EMISIONES CONTINUAS DE RADIOFRECUENCIAS 150KHZ<F<1000MHZ	Los equipos clase A grupo2 tienen sus limites indicados en la fig 1.1
5.2	LIMITES DE EMISION DE RADIACION EN RANGOS DE FRECUENCIAS 30MHZ<F<1000 MHZ	Los limites de EDM y arc para construir maquinas estan en la fig 1.2
6.1	ORIGEN RUIDO	El origen ruido debe tener bajo valores entre los límites, contrario la distancia entre el dut y la antena debe ser reducida.

**Tabla 3 nuevos aspectos enmienda A2: 2002 comparada con la regulación EN55011.**



**Fig.1. 1 Limites de emisiones de radiofrecuencias (ISM equipos clase a grupo2)**



**Fig.1. 2 Limites de radiación emitida por EDM (ISM equipos clase a grupo2). Nueva versión.**

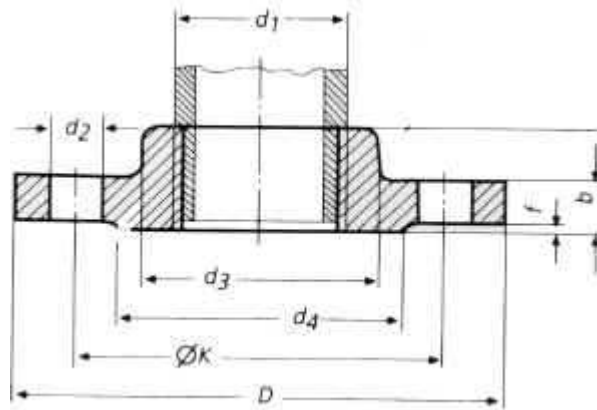
### **MULTI DROP NETWORK (RED MULTIPUNTO)**

Se denominan redes multipunto a aquellas en las cuales cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos. En una red multipunto solo existe una línea de comunicación cuyo uso esta compartido por todas las terminales en la red. La información fluye de forma bidireccional y es discernible para todas las terminales de la red. En este tipo de redes las terminales compiten por el uso del medio (línea) de forma que el primero que lo encuentra disponible lo acapara, aunque también puede negociar su uso.



**Din 2566**

**THREADED FLANGES According to DIN 2566 ND 10/16**



OD		flange dimensions in mm							bolts				Weight	Grades	
	d1	D	b	k	d3	h1	draad	d4	f	nr	draad	d2	kg/st	4301/4306 begin_of_the _skype_highl ighting 4301/4306 end_of_th e_skype_hig hlighting	4401/4404 begin_of_the_s kype_highlightin g 4401/ 4404 end_of _the_skype_hig hlighting
NW	mm	mm	mm	mm	mm	mm	draad thre ad	mm			thread	mm	kg/pc	(304/304L)	(316/316L)
10	17,2	90	14	60	30	20	R 3/8"	40	2	4	M 12	14	0,544	x	X
15	21,3	95	14	65	35	20	R 1/2"	45	2	4	M 12	14	0,613	x	X
20	26,9	105	16	75	45	24	R 3/4"	58	2	4	M 12	14	0,91	x	X
25	33,7	115	16	85	52	24	R 1"	68	2	4	M 12	14	1,1	x	X
32	42,4	140	16	100	60	26	R 1.1/ 4"	78	2	4	M 16	18	1,6	x	X
40	48,3	150	16	110	70	26	R 1.1/ 2"	88	3	4	M 16	18	1,78	x	X
50	60,3	165	18	125	85	28	R 2"	102	3	4	M 16	18	2,43	x	X
65	76,1	185	18	145	105	32	R 2.1/ 2"	122	3	4	M 16	18	3,18	x	X
80	88,9	200	20	160	118	34	R 3"	138	3	8	M 16	18	4,12	x	X
100	114,3	220	20	180	140	38	R 4"	158	3	8	M 16	18	4,47	x	X

**Tabla 4 Norma DIN 2566**

## **ANSI 125/150**

Las dimensiones cara a cara entre bridas de las válvulas cumplirán con las especificaciones de la norma ISO 5752.

Las válvulas serán probadas en fábrica de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 5208 en su última versión.

## **ISO 5752**

Objeto y ámbito de aplicación La presente norma internacional especifica la serie básica de cara a cara o las dimensiones del centro-a-cara de las válvulas de metal de dos vías utilizadas en sistemas de tuberías con bridas. Cada serie básica de cara a cara o las dimensiones del centro-a-cara pueden ser utilizados según sea necesario con los rebordes de las dimensiones de acoplamiento según el ISO 2084 o ISO 2229.

La gama de grados de la presión, en los valores de PN, es de 1 - 1,6 - 2,5 - 4 - 6 - 10 - 16 - 25 y 40. y las clases de 125 a 150 - 250 - 300 y 600.

La gama de diámetros nominales, en los valores de DN, es de 10 - 15 - 20- 25 - 32 - 40-50 - 65 - 80 - 100 - 125-150 - 200 - 250 - 300 - 350-400 - 450 - 500 - ( 550) - 600 - (650) - 700 - 750-800 - 900 - 1 000 - 1 200 - 1 400 - 1 600-1800y2000.

## **ASTM A– 36**

Normalmente se fabrican trece tipos y calidades diferentes de aceros. Estos difieren en cuanto a su composición química y propiedad física. La fabricación de cada tipo y calidad se controla por una especificación separada de la ASTM (American Society for Testing Materiales) y existen varias variaciones en los costos en diferentes grados de aceros.

El grado de uso mas común en la actualidad es de ASTM A-36, el numero 36 indica que la resistencia mínima garantiza a la tracción es 36,000 libras por pulgada cuadrada).

Elemento (%)	Especificación ASTM A-36
Carbono, C	0.26, máx.
Manganeso, Mn	0.85-1.35*
Fósforo, P	0.04, máx.
Azufre, S	0.05, máx.
Silicio, Si	0.40, máx.

**Tabla 5 Composición química.**

\* Solo se requiere si las piezas están por encima de 634kg/m

PROPIEDAD MECÁNICA	EXIGENCIA NORMA ASTM A36
ESFUERZO MAXIMO DE TENSION (MPa)	400-550
ESFUERZO DE FLUENCIA (MPa)	250
ELONGACIÓN (DUCTILIDAD %)	21
DUREZA BRINELL	-

**Tabla 6 Comportamiento mecánico.**

### ASME 8 SEC1

Máximo refuerzo para juntas soldadas de acuerdo al código asme sec 8 div I uw-35 y sec I.

ESPESOR NOMINAL DEL MATERIAL	MAXIMO REFUERZO (MM) PARA CADA CARA DE LA SOLDADURA																													
	MM	<table border="1"> <thead> <tr> <th>categoria b&amp;c soldaduras a tope</th> <th>otras soldaduras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t&lt;2,4</td> <td>2,4</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>2,4&lt;t&lt;-4,8</td> <td>3,2</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>4,8&lt;t&lt;-13</td> <td>4</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>13&lt;t&lt;-25</td> <td>4,8</td> <td>2,4</td> </tr> <tr> <td>25&lt;t&lt;-51</td> <td>5</td> <td>3,2</td> </tr> <tr> <td>51&lt;t&lt;-76</td> <td>6</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>76&lt;t&lt;-102</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>102&lt;t&lt;-127</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>t&gt;127</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	categoria b&c soldaduras a tope	otras soldaduras	t<2,4	2,4	0,8	2,4<t<-4,8	3,2	1,6	4,8<t<-13	4	2,4	13<t<-25	4,8	2,4	25<t<-51	5	3,2	51<t<-76	6	4	76<t<-102	6	6	102<t<-127	6	6	t>127	8
categoria b&c soldaduras a tope	otras soldaduras																													
t<2,4	2,4	0,8																												
2,4<t<-4,8	3,2	1,6																												
4,8<t<-13	4	2,4																												
13<t<-25	4,8	2,4																												
25<t<-51	5	3,2																												
51<t<-76	6	4																												
76<t<-102	6	6																												
102<t<-127	6	6																												
t>127	8	8																												

**Tabla 7 Discontinuidades en juntas soldadas**

# ANEXO 2

---

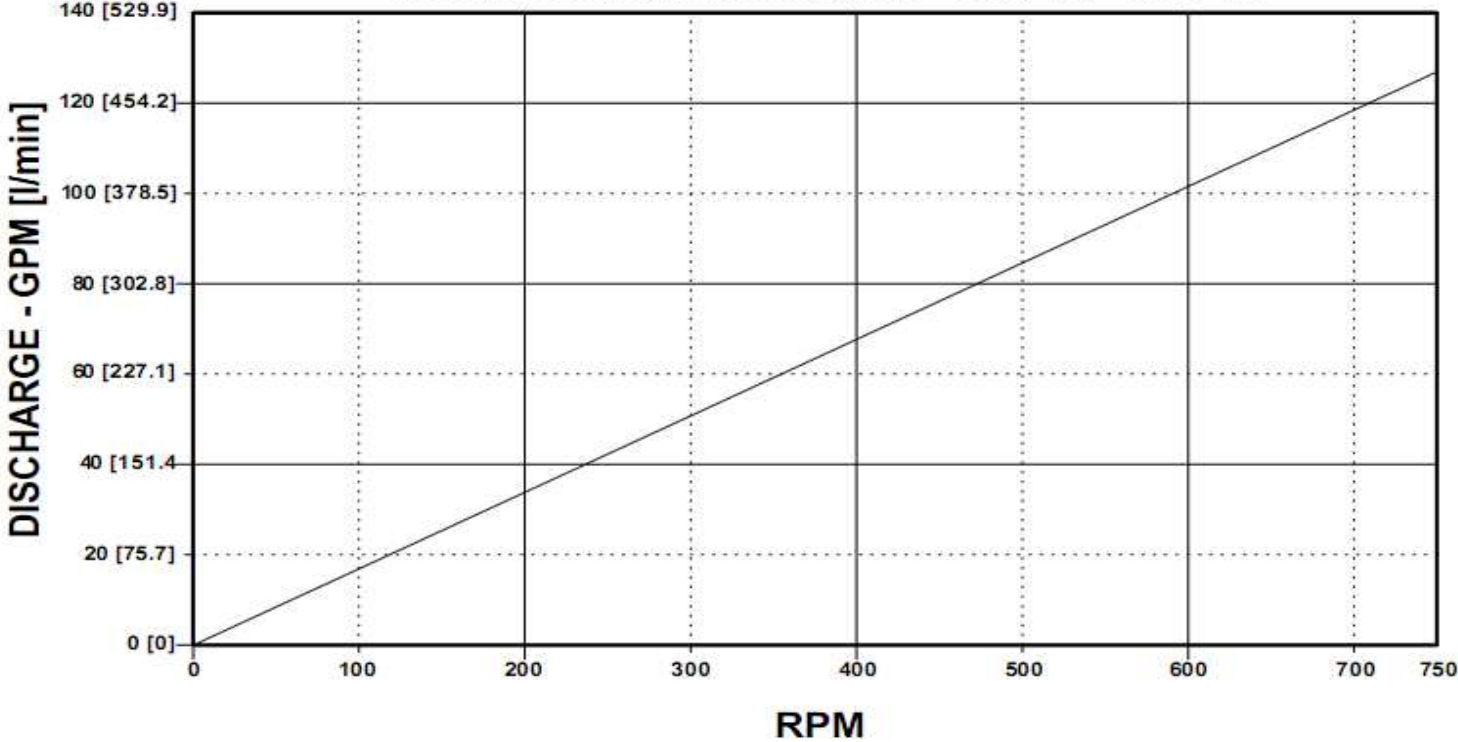
## BOMBAS

- Sección 1.-** Curvas bomba de engranajes roper pumps serie 3600
- Sección 2.-** Dimensiones bomba de engranajes roper pumps serie 3600
- Sección 3.-** Partes bomba de engranajes roper pumps serie 3600
- Sección 4.-** Rotaciones bomba de engranajes roper pumps serie 3600
- Sección 5.-** Curvas bomba de engranajes roper pumps serie F
- Sección 6.-** Dimensiones bomba de engranajes roper pumps serie F
- Sección 7.-** Partes bomba de engranajes roper pumps serie F
- Sección 8.-** Rotaciones bomba de engranajes roper pumps F
- Sección 9.-** Curvas bomba peristáltica albin ALH32
- Sección 10.-** Dimensiones bomba peristáltica albin ALH32
- Sección 11.-** Partes bomba peristáltica albin ALH32
- Sección 12.-** Curvas bomba peristáltica albin ALH65
- Sección 13.-** Dimensiones bomba peristáltica albin ALH65
- Sección 14.-** Partes bomba peristáltica albin ALH6

**CURVAS BOMBA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE 3600**

**SERIES: 3617, 3717, 4617, 4717**  
**GRAPH 1**  
**THEORETICAL GPM**

ACTUAL DELIVERY IN GPM [l/min] = GRAPH 1 - GRAPH 2

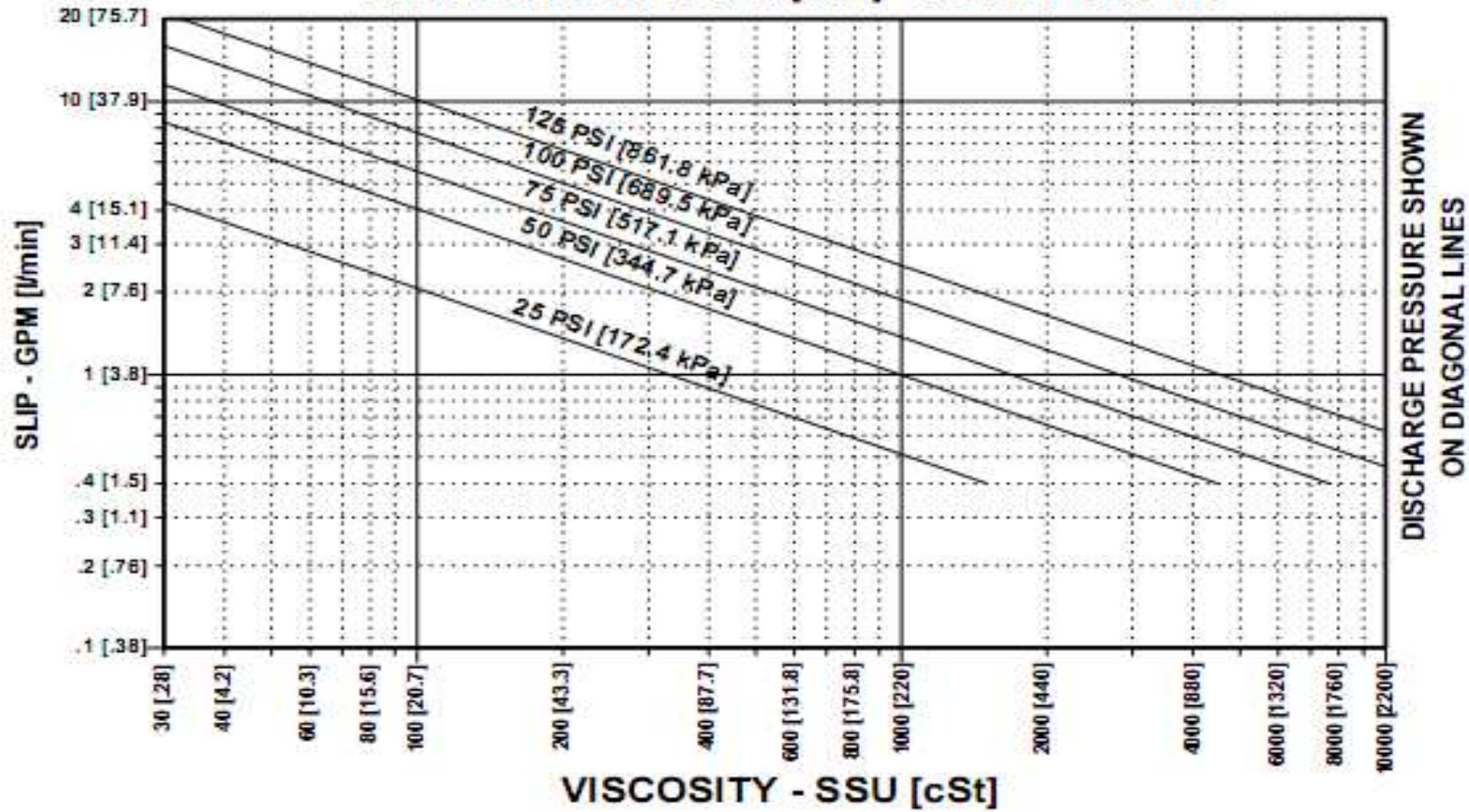


# SERIES: 3617, 3717, 4617, 4717

## GRAPH 2

### SLIP

ACTUAL DELIVERY IN GPM [l/min] = GRAPH 1 - GRAPH 2

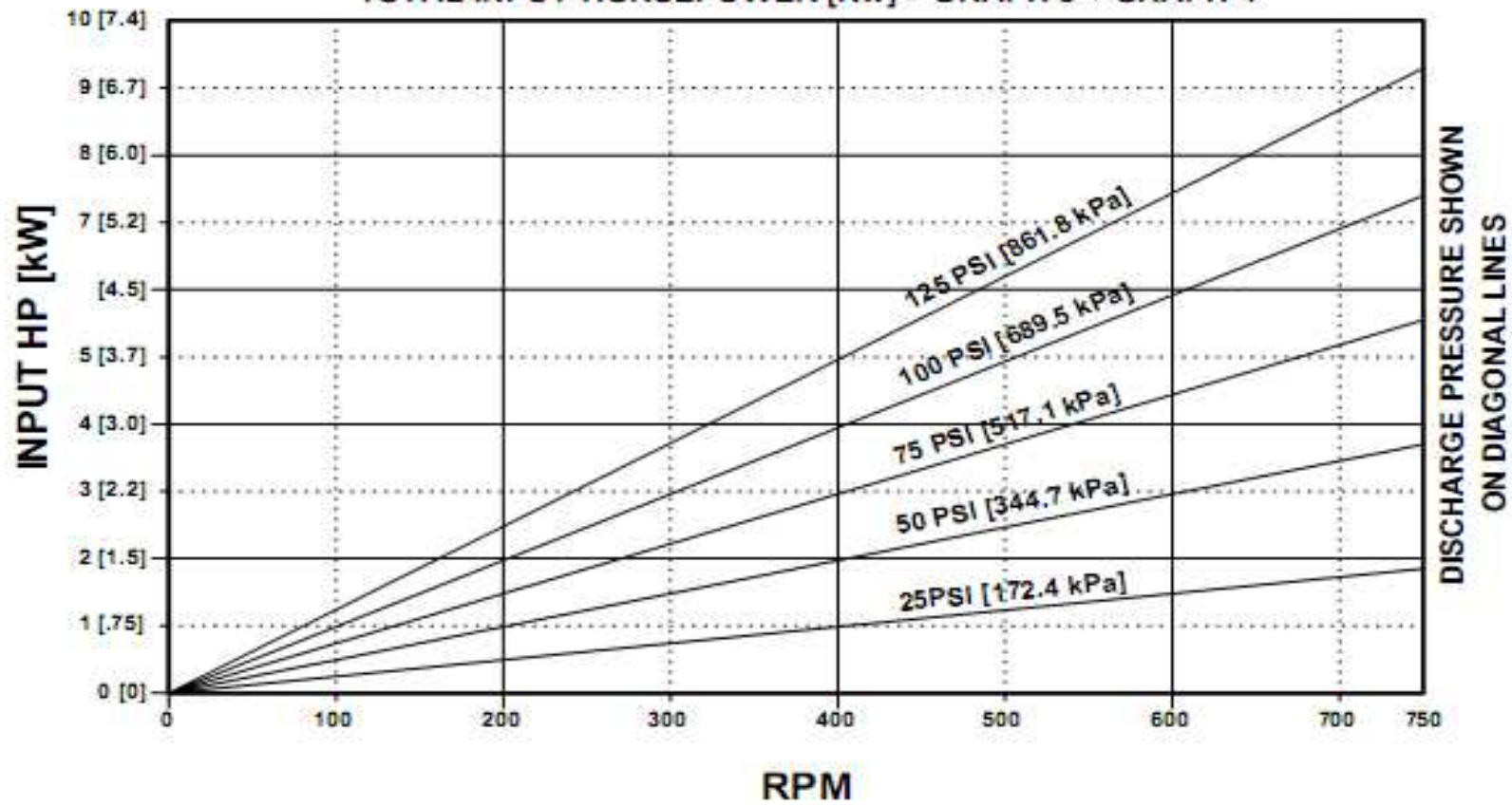


# SERIES: 3617, 4617, 3717, 4717

## GRAPH 3

### INPUT HORSEPOWER

TOTAL INPUT HORSEPOWER [Kw] = GRAPH 3 + GRAPH 4

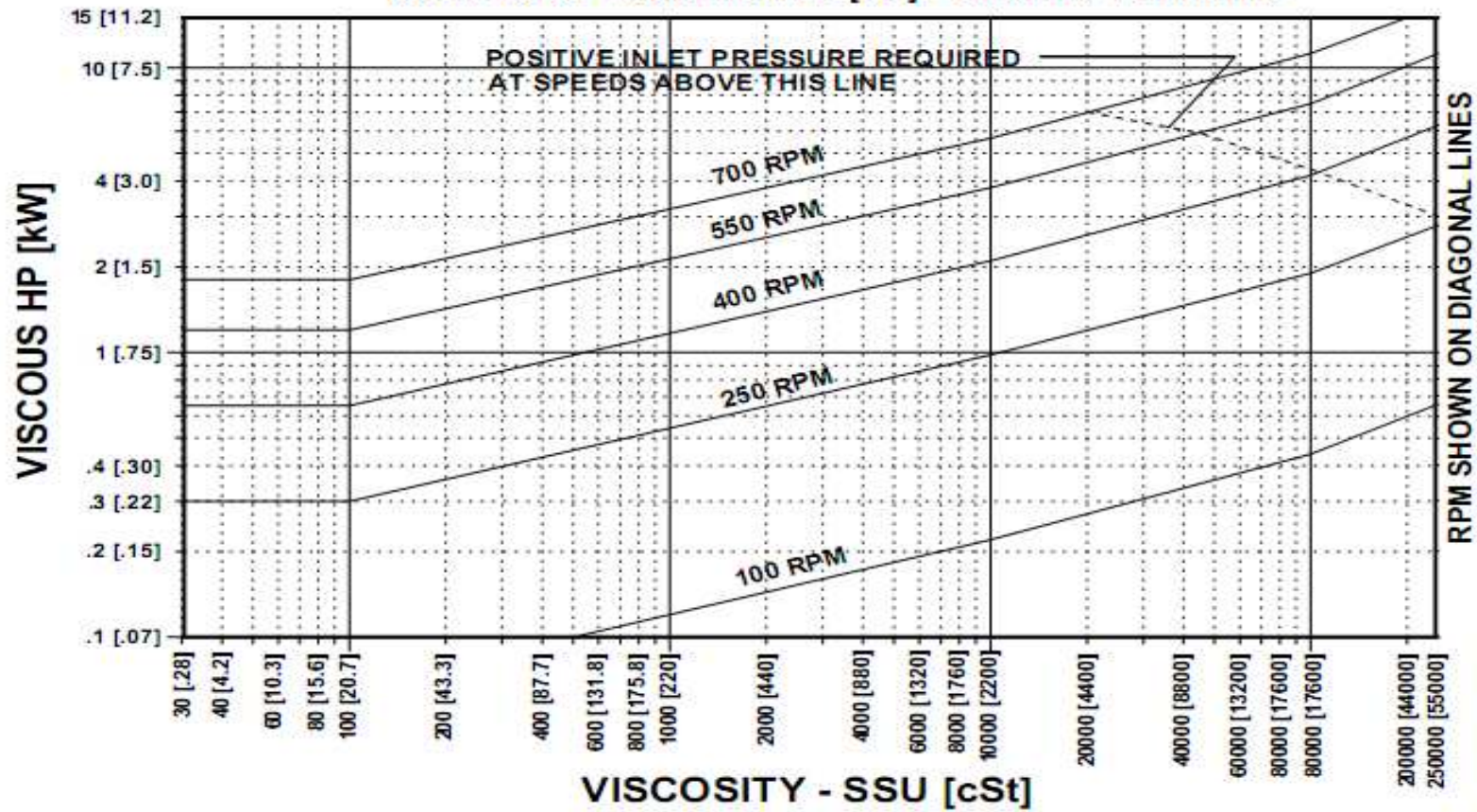


# SERIES: 3617, 3717, 4617, 4717 GRAPH 4

Carbon bearings recommended for low viscosity, non-lubricating liquids.

## VISCOUS HORSEPOWER

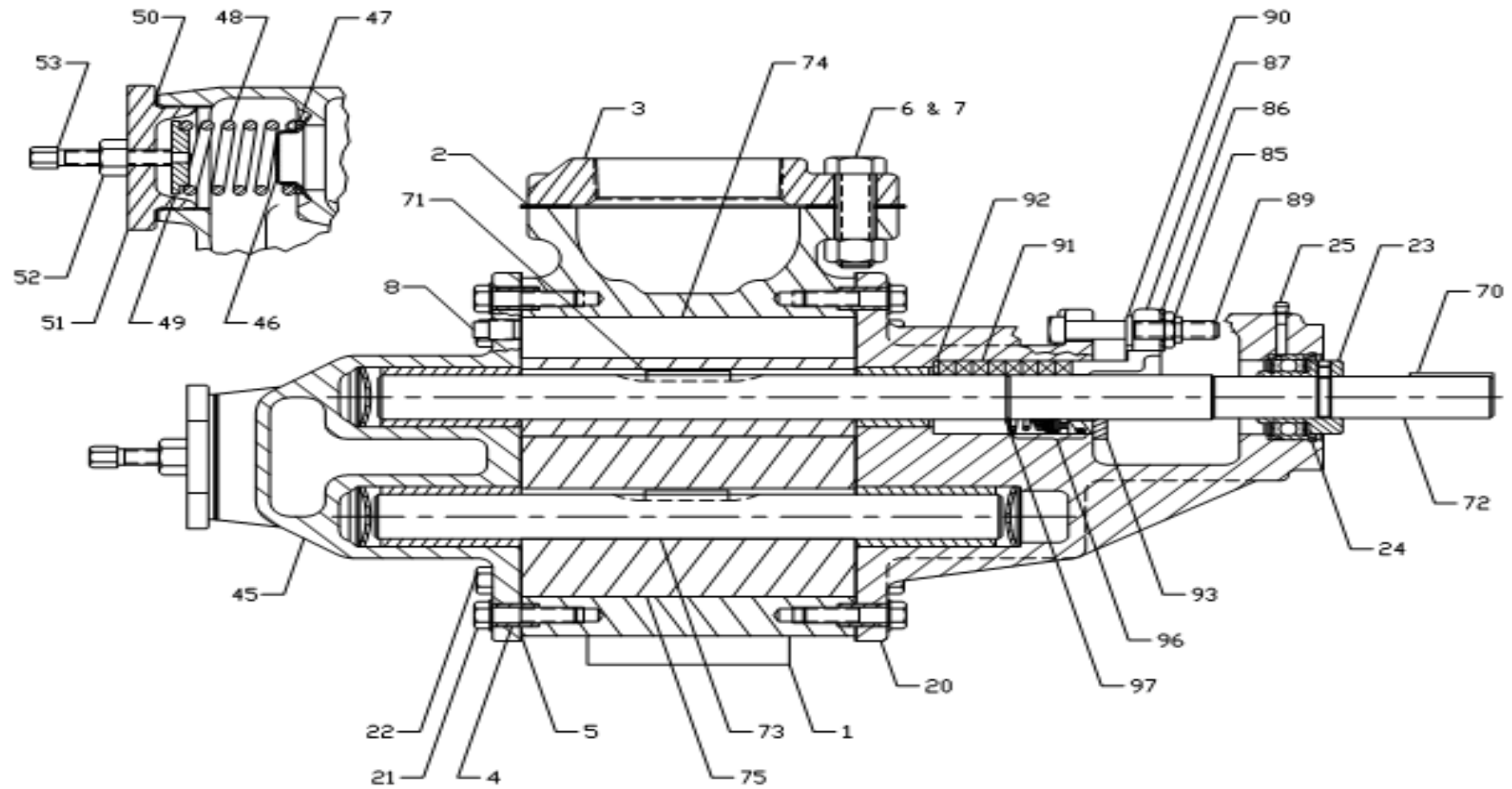
TOTAL INPUT HORSEPOWER [kW] = GRAPH 3 + GRAPH 4







### PARTES DE LA BOMBA SERIES 3600



3611-4722 HB,F,RV

## 3611-4722 HB,F,RV

KEY NO.	DESCRIPTION	3611-4711		3617-4717		3622-4722	
		QTY	PART NO.	QTY	PART NO.	QTY	PART NO.
1	Case (36x37x) HB)	1	P1-178	1	P1-177	1	N/A
	Case (36x37x) HBF)	1	P1-401	1	P1-402	1	P1-175
	Case (46x47x) HBF)	1	P1-170	1	P1-181	1	P1-171
2	Gasket, Flange	2	D11-333	2	D11-332	2	D11-90
3	Flange (36x37x)	2	P23-30	2	P23-12	2	P23-10
	Flange (46x47x)	2	P23-30	2	P23-35	2	P23-19
4	Dowel Pin	4	D48-34	4	D48-34	4	D48-34
5	Case Gasket	2	D11-338	2	D11-338	2	D11-338
6	Hex Hd Cap Screw	8	G49-050150	8	G49-050125	8	G49-062225
7	Nut, Flange		N/A		N/A	8	G44-062
8	Pipe Plug	2	G58-12	2	G58-12	2	G58-12
20	Backplate Assy, Brz Brgs	1	N2-403	1	N2-403	1	N2-403
21	Washer Hd Cap Screw	4	G49-24	4	G49-24	4	G49-24
22	Hex Hd Cap Screw	18	G49-037100	18	G49-037100	18	G49-037100
23	Ball Brg	1	G40-41	1	G40-41	1	G40-41
24	Ret Ring	1	G41-10	1	G41-10	1	G41-10
25	Lube Ftg	1	G83-1	1	G83-1	1	G83-1
45	Faceplate Assy, Plain, Brz Brgs	1	N3-177	1	N3-177	1	N3-177
	Faceplate Assy, RV, Brz Brgs	1	N3-200	1	N3-200	1	N3-200
46	Poppet	1	D18-18	1	D18-18	1	D18-18
47	Adapter	1	G8-281	1	G8-281	1	G8-281
48	Spring, Std Press	1	G10-355	1	G10-355	1	G10-355
	Spring, High Press	1	G10-375	1	G10-375	1	G10-375
49	Spring Guide	1	D8-348	1	D8-348	1	D8-348
50	Gasket, RV Cap	1	D828-41	1	D828-41	1	D828-41
51	RV Cap	1	P17-110	1	P17-110	1	P17-110
52	Nut, Lock & Seal	1	G43-18	1	G43-18	1	G43-18
53	Adjusting Screw	1	G82-44	1	G82-44	1	G82-44
70	Key, Drive	1	D30-9	1	D30-9	1	D30-9
71	Key, Gear	2	D30-9	2	D30-9	2	D30-9
72	Drive Shaft	1	D1-2072	1	D1-2073	1	D1-1998
73	Idler Shaft	1	D1-1098	1	D1-1100	1	D1-1077
74	Gear, LH	1	P8-276	1	P8-274	1	P8-278
75	Gear, RH	1	P8-275	1	P8-273	1	P8-277
85	Locknut	2	D441-755	2	D441-755	2	D441-755
86	Pkg Gland Clip	2	D42-1	2	D42-1	2	D42-1
87	Pkg Gland	1	P10-178	1	P10-178	1	P10-178
89	Sq Hd Bolt, Pkg	2	G87-043250	2	G87-043250	2	G87-043250
	Sq Hd Bolt, Mech Seal	2	G87-043125	2	G87-043125	2	G87-043125
90	Spring Clip	1	D42-2	1	D42-2	1	D42-2
91	Pkg Set	1	N43-1	1	N43-1	1	N43-1
92	Pkg Washer	1	G8-248	1	G8-248	1	G8-248
93	Seal Retainer	1	D23-252	1	D23-252	1	D23-252
96	Mech Seal, Complete	1	G4-101	1	G4-101	1	G4-101
97	Ret Ring	1	G41-78	1	G41-78	1	G41-78

Backplate Assy includes Brz Brgs: (1) G5-257 and (1) G5-258

Faceplate Assy includes Brz Brgs: (2) G5-257

ROTACIONES DE LA BOMBA SERIES 3600

	W		LW	
3X11-3X22				
4X11-4X22				
	Z		LZ	
3X11-3X22				
4X11-4X22				
	X	LX	Y	LY
3X11-3X22				

DIRECTION OF ROTATION FOR 3611 TO 4722 H AND HB PUMP USING RELIEF VALVE

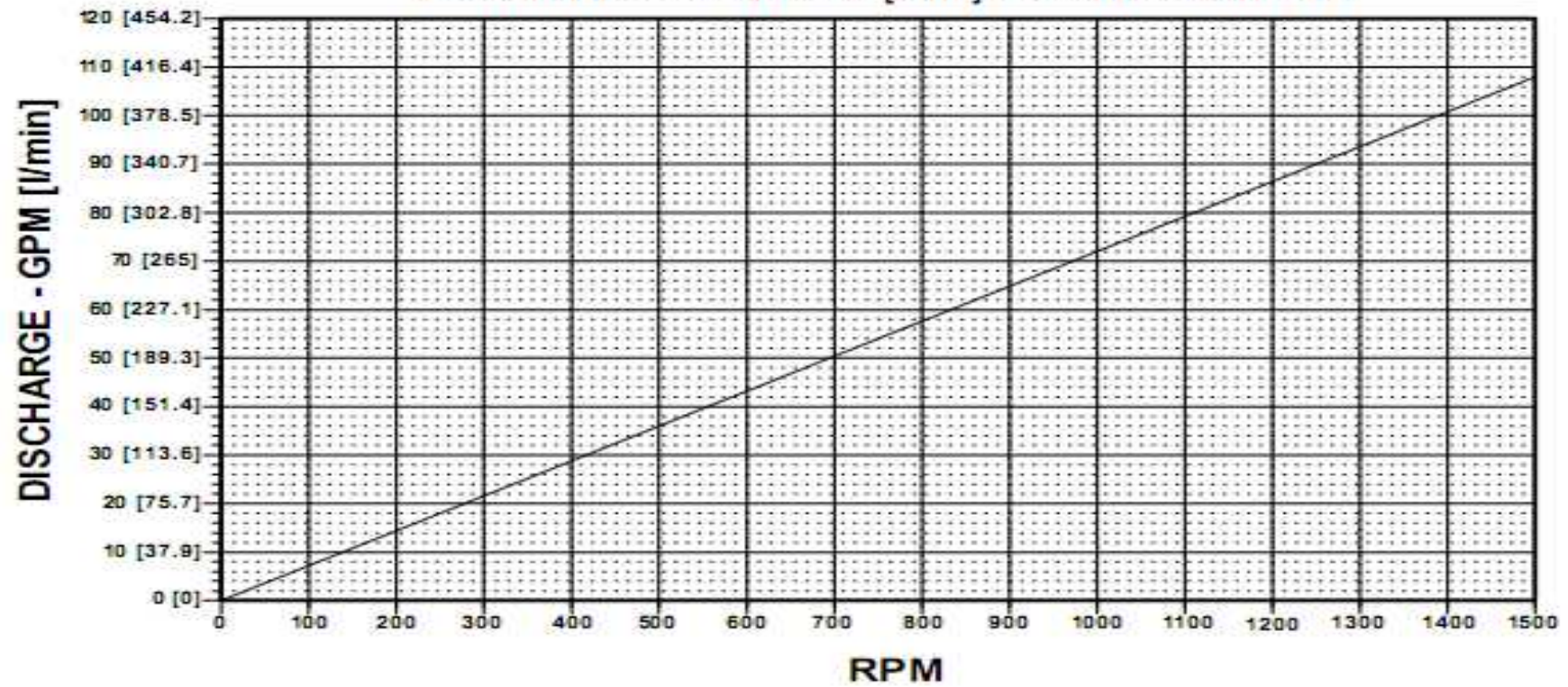
## CURVAS BOMBA DE ENGRANAJES ROPER PUMPS SERIE F

### SERIES: F75

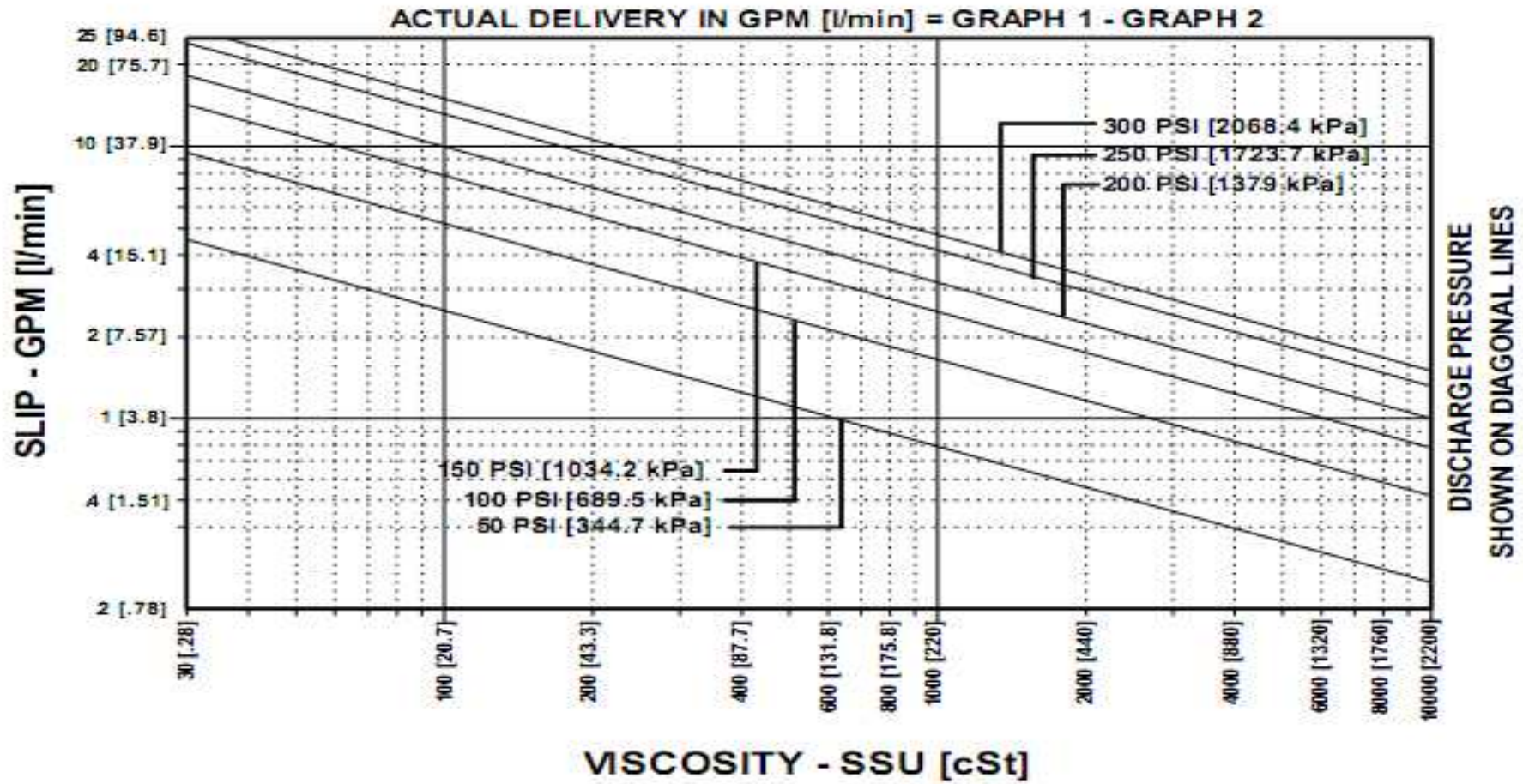
### GRAPH 1

### THEORETICAL GPM

ACTUAL DELIVERY IN GPM [l/min] = GRAPH 1 - GRAPH 2

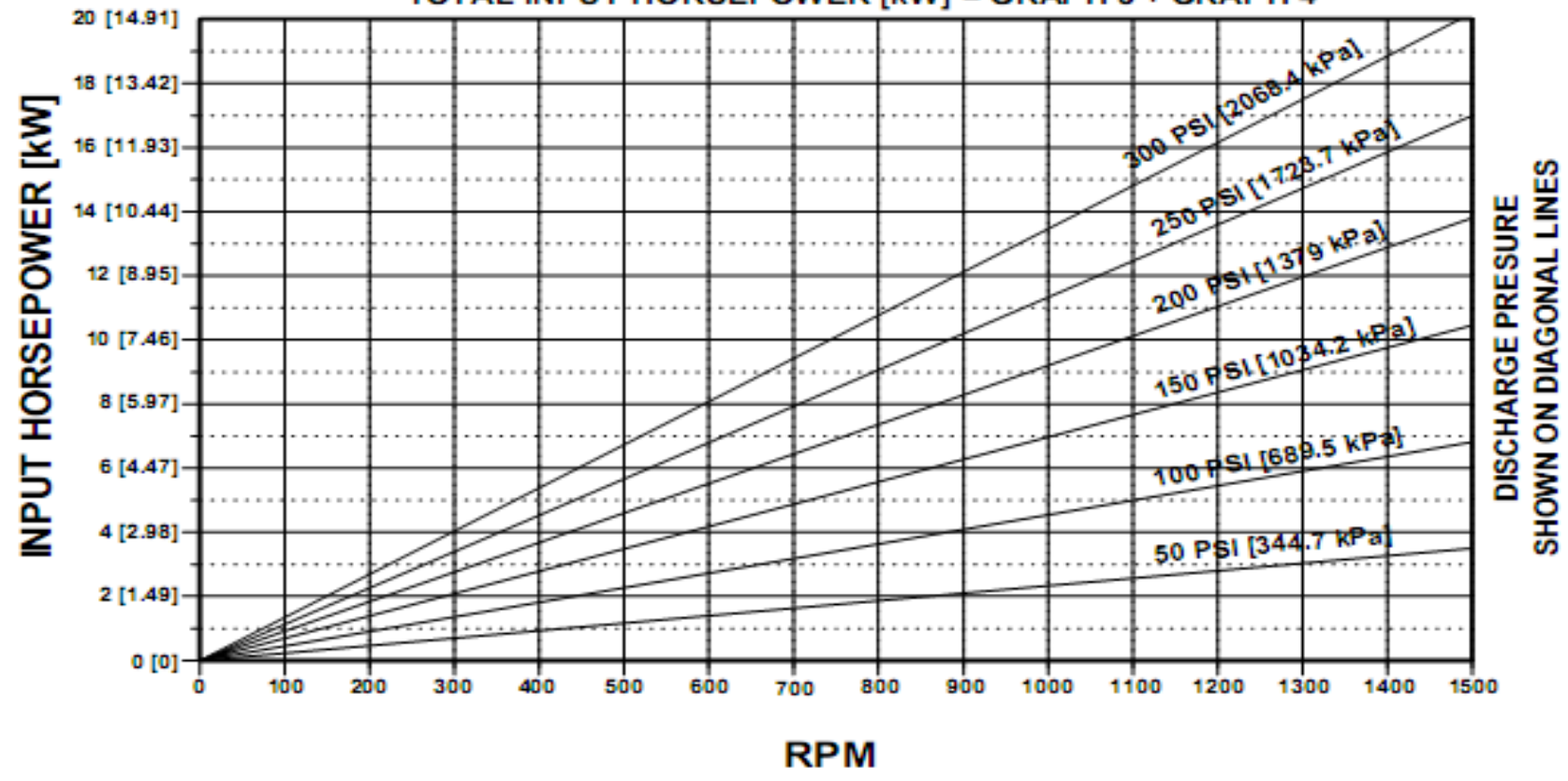


# SERIES: F75 GRAPH 2 SLIP



# SERIES: F75 GRAPH 3 INPUT HORSEPOWER

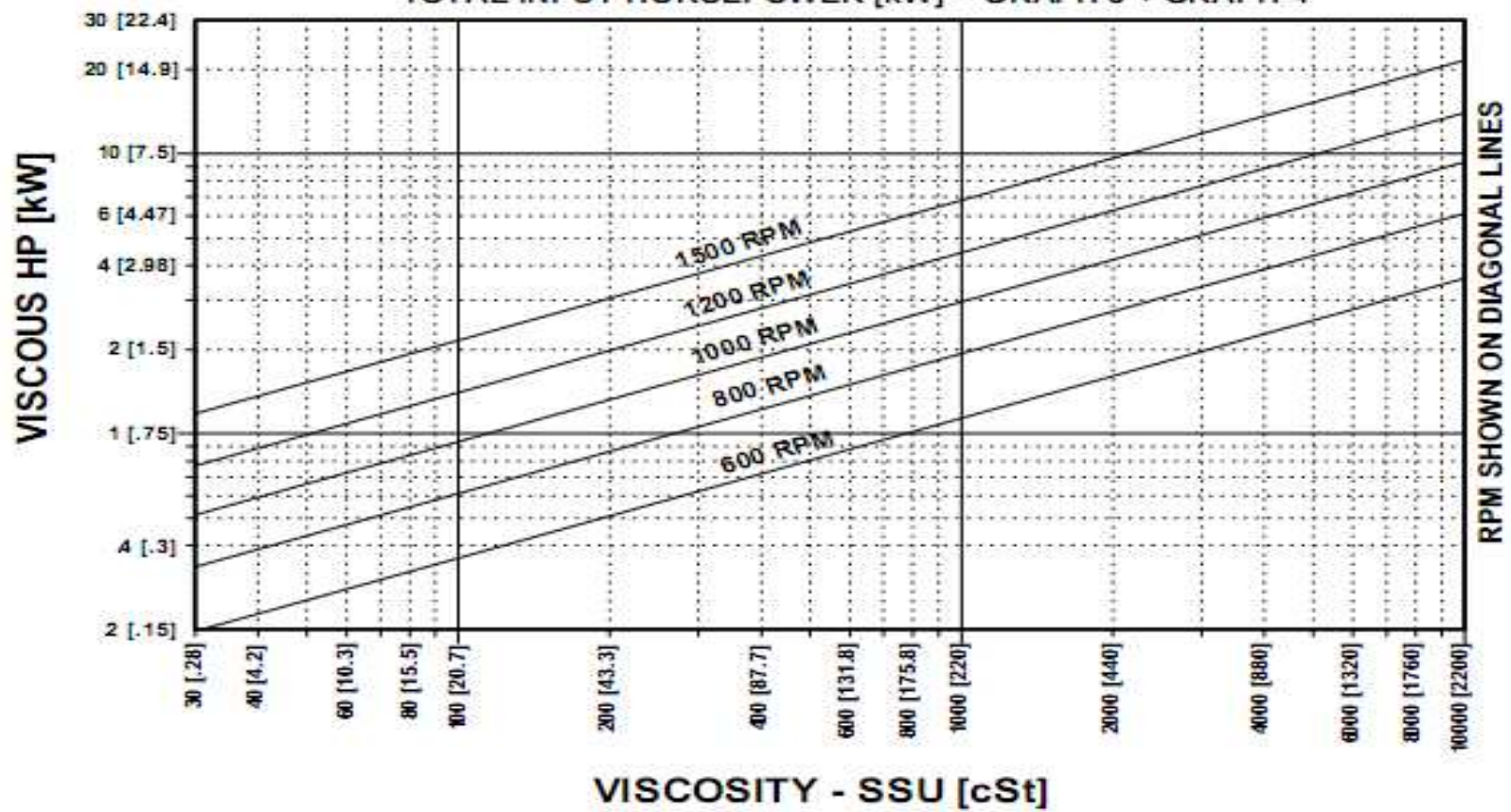
TOTAL INPUT HORSEPOWER [kW] = GRAPH 3 + GRAPH 4



DISCHARGE PRESSURE  
SHOWN ON DIAGONAL LINES

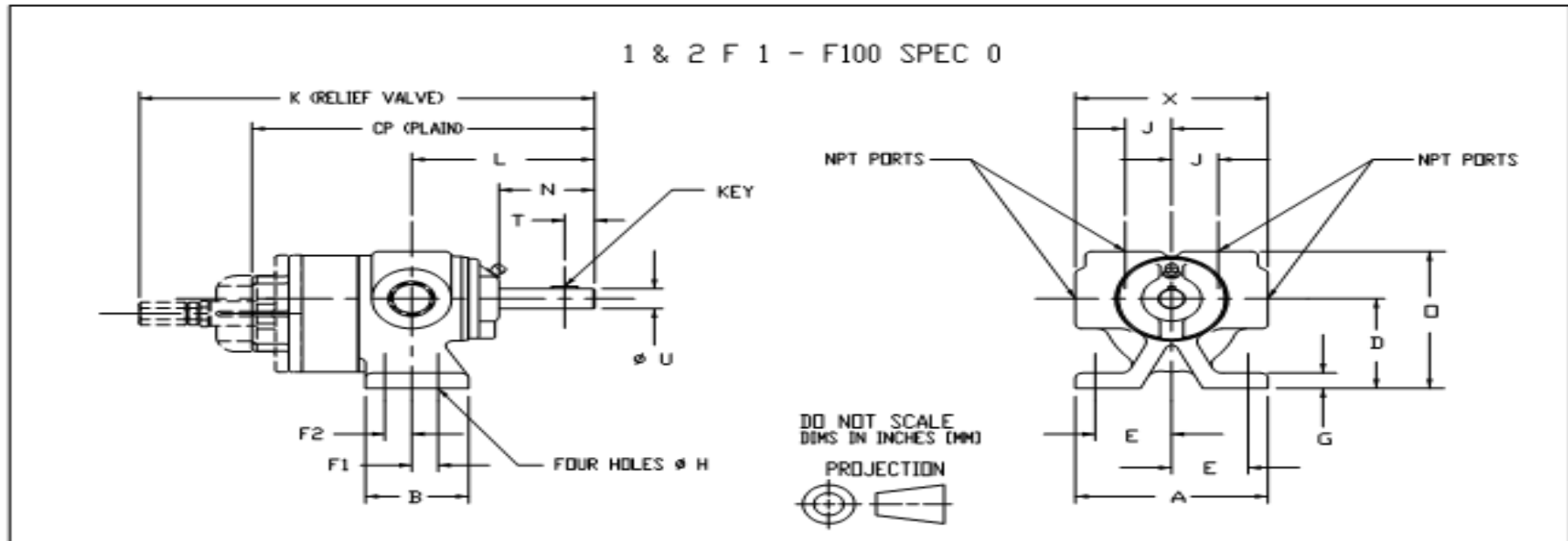
# SERIES: F75 GRAPH 4 VISCIOUS HORSEPOWER

TOTAL INPUT HORSEPOWER [kW] = GRAPH 3 + GRAPH 4





### DIMENSIONES BOMBA SERIES F

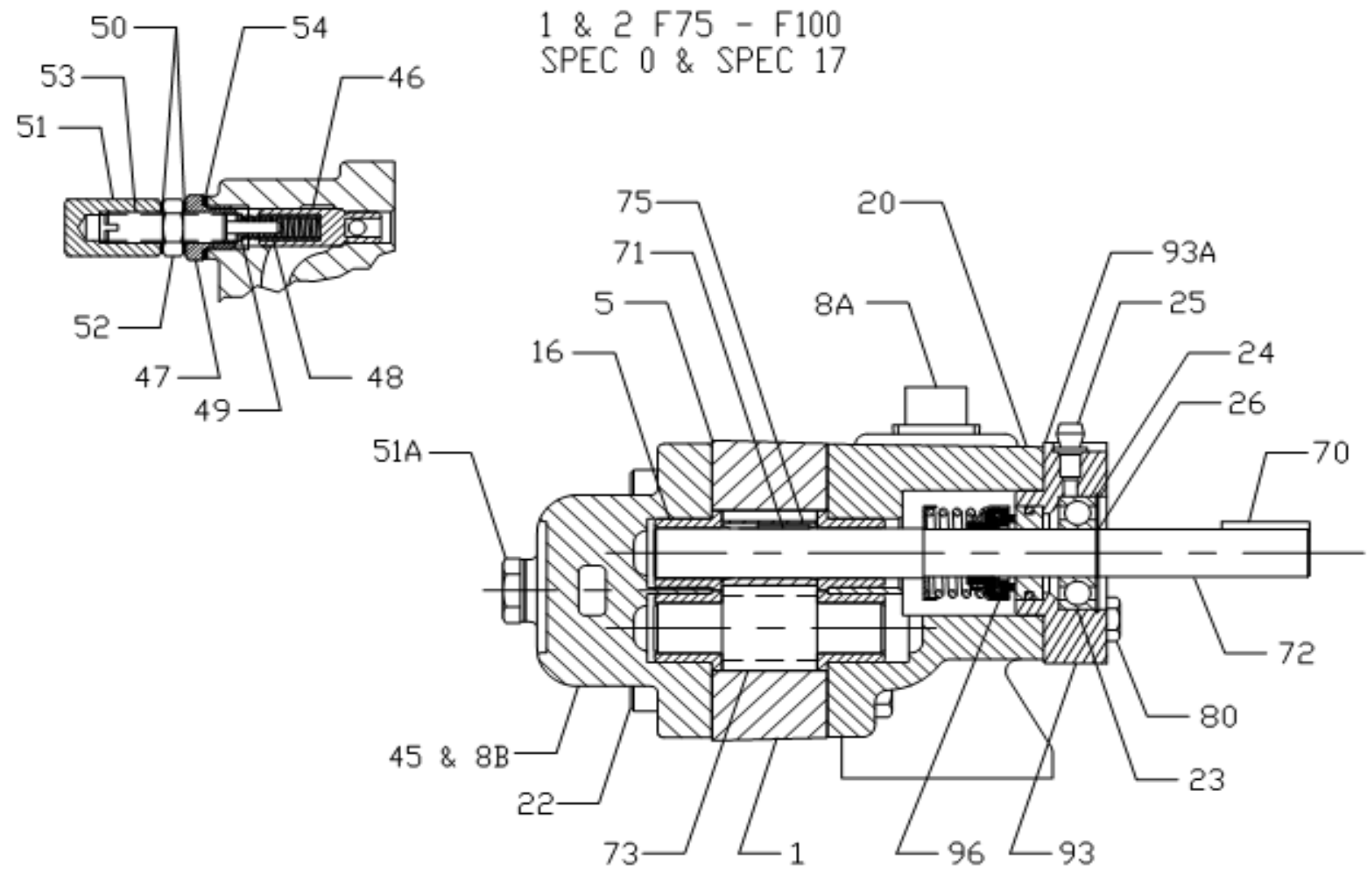


PUMP	A	B	CP	D	E	F1	F2	G	H	J	K	L	N	Ø	R	T	U	X	PORTS	KEY
1	3.63 [92]	1.94 [49]	6.44 [164]	2.25 [57]	1.44 [37]	.50 [13]	.50 [13]	.38 [10]	.34 [8.7]	.88 [22]	8.55 [217]	3.44 [87]	1.80 [46]	3.44 [87]	.88 [22]	.56 [14]	.50 [12.7]	3.63 [92]	1/2" NPT	.13 W X .50 WOODRUFF [3.3 W X 12.7]
3	4.00 [102]	2.19 [56]	7.31 [186]	2.50 [64]	1.63 [41]	.63 [16]	.63 [16]	.38 [10]	.34 [8.7]	1.00 [25]	9.52 [242]	3.57 [91]	1.80 [46]	3.69 [94]	1.00 [25]	.56 [14]	.50 [12.7]	4.00 [102]	1/2" NPT	.13 W X .50 WOODRUFF [3.3 W X 12.7]
5	4.25 [108]	2.44 [62]	8.13 [206]	2.89 [73]	1.75 [44]	.63 [16]	.63 [16]	.38 [10]	.34 [8.7]	1.00 [25]	10.53 [268]	3.81 [97]	1.80 [46]	4.38 [111]	1.00 [25]	.56 [14]	.50 [12.7]	4.25 [108]	1/2" NPT	.13 W X .50 WOODRUFF [3.3 W X 12.7]
10	5.25 [133]	3.13 [80]	9.75 [248]	3.50 [89]	2.13 [54]	1.06 [27]	.94 [24]	.38 [10]	.41 [10.4]	1.25 [32]	12.06 [306]	4.56 [116]	1.98 [50]	5.38 [137]	1.44 [37]	N/A	.63 [15.9]	5.25 [133]	3/4" NPT	.19 SØ X 1.25 [4.8 X 31.7]
15	6.25 [159]	3.25 [83]	11.40 [290]	4.25 [108]	2.63 [67]	1.13 [29]	1.13 [29]	.44 [11]	.41 [10.4]	1.50 [38]	14.36 [365]	5.24 [133]	1.91 [49]	6.50 [165]	1.63 [41]	N/A	.75 [19.1]	6.25 [159]	1-1/4" NPT	.19 SØ X 1.25 [4.8 X 31.7]
20	6.25 [159]	3.25 [83]	11.78 [299]	4.25 [108]	2.63 [67]	1.13 [29]	1.13 [29]	.44 [11]	.41 [10.4]	1.50 [38]	14.73 [374]	5.24 [133]	1.91 [49]	6.50 [165]	1.63 [41]	N/A	.75 [19.1]	6.25 [159]	1-1/4" NPT	.19 SØ X 1.25 [4.8 X 31.7]
35	7.75 [197]	4.25 [108]	15.30 [389]	5.75 [146]	3.25 [83]	1.38 [35]	1.38 [35]	.63 [16]	.56 [14.3]	2.00 [51]	18.44 [468]	7.16 [182]	3.33 [85]	8.50 [216]	2.00 [51]	N/A	.88 [22.2]	7.75 [197]	1-1/2" NPT	.19 SØ X 2.00 [4.8 X 50.8]
50	8.75 [222]	5.00 [127]	16.73 [425]	6.25 [159]	3.63 [92]	1.38 [35]	1.38 [35]	.75 [19]	.56 [14.3]	2.25 [57]	20.44 [519]	7.91 [201]	3.29 [84]	9.50 [241]	2.00 [51]	N/A	1.00 [25.4]	8.75 [222]	2" NPT	.25 SØ X 2.00 [6.3 X 50.8]
75	10.63 [270]	6.00 [152]	18.84 [479]	7.00 [178]	4.31 [109]	2.44 [62]	2.44 [62]	.75 [19]	.69 [17.5]	2.63 [67]	22.43 [570]	8.34 [212]	3.59 [91]	10.50 [267]	2.56 [65]	N/A	1.25 [31.8]	10.63 [270]	2-1/2" NPT	.25 SØ X 2.50 [6.3 X 63.5]
100	12.00 [305]	6.25 [159]	20.72 [526]	8.00 [203]	5.00 [127]	2.38 [60]	2.00 [51]	.75 [19]	.69 [17.5]	2.63 [67]	24.53 [623]	9.15 [232]	3.97 [101]	12.13 [308]	3.00 [76]	N/A	1.25 [31.8]	10.63 [270]	2-1/2" NPT	.25 SØ X 2.50 [6.3 X 63.5]

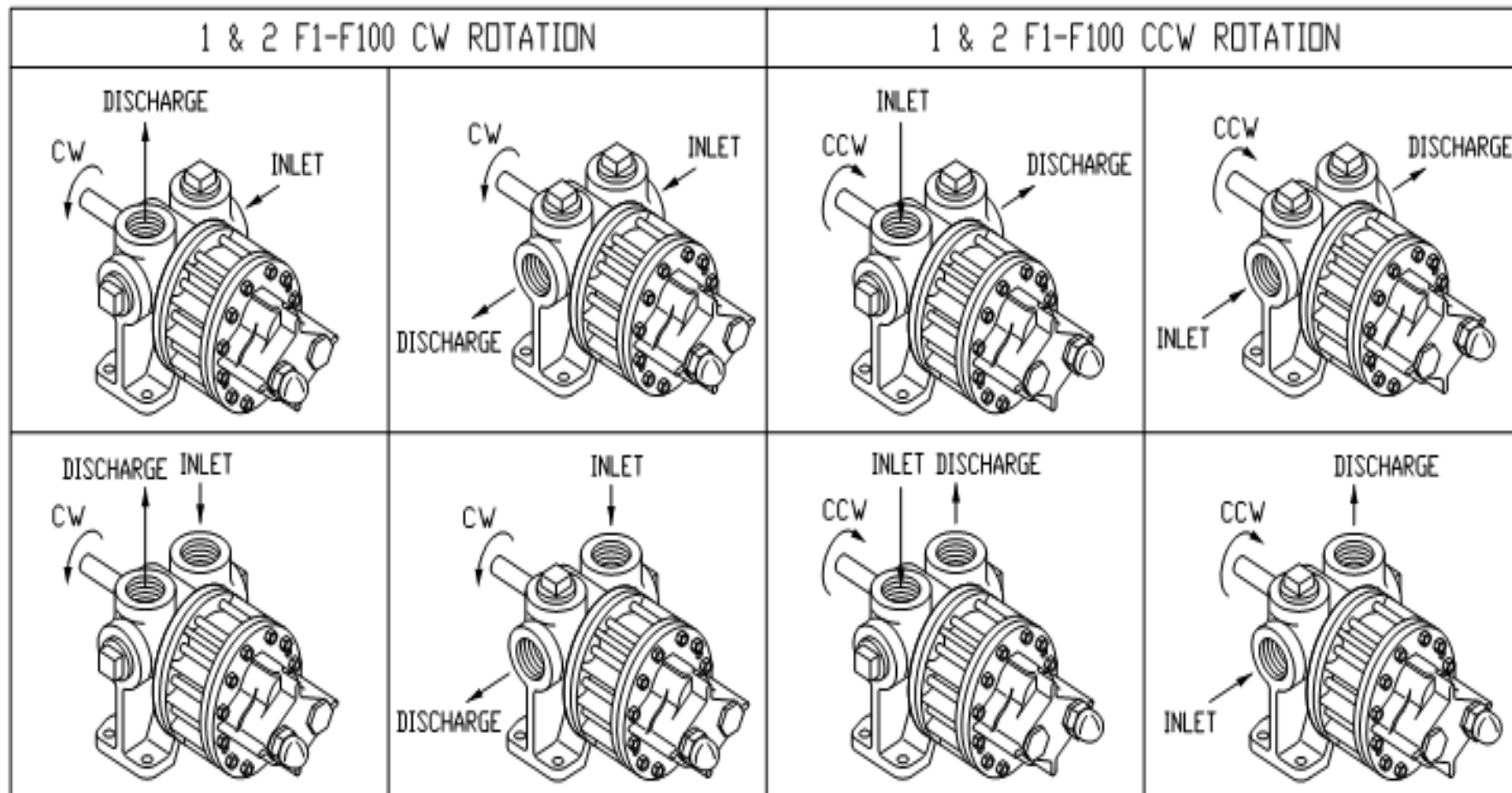
**PARTES DE LA BOMBA SERIES F**

**1, 2, 17, 18 F75-F100 SPEC 0, 5, 17 & 174**

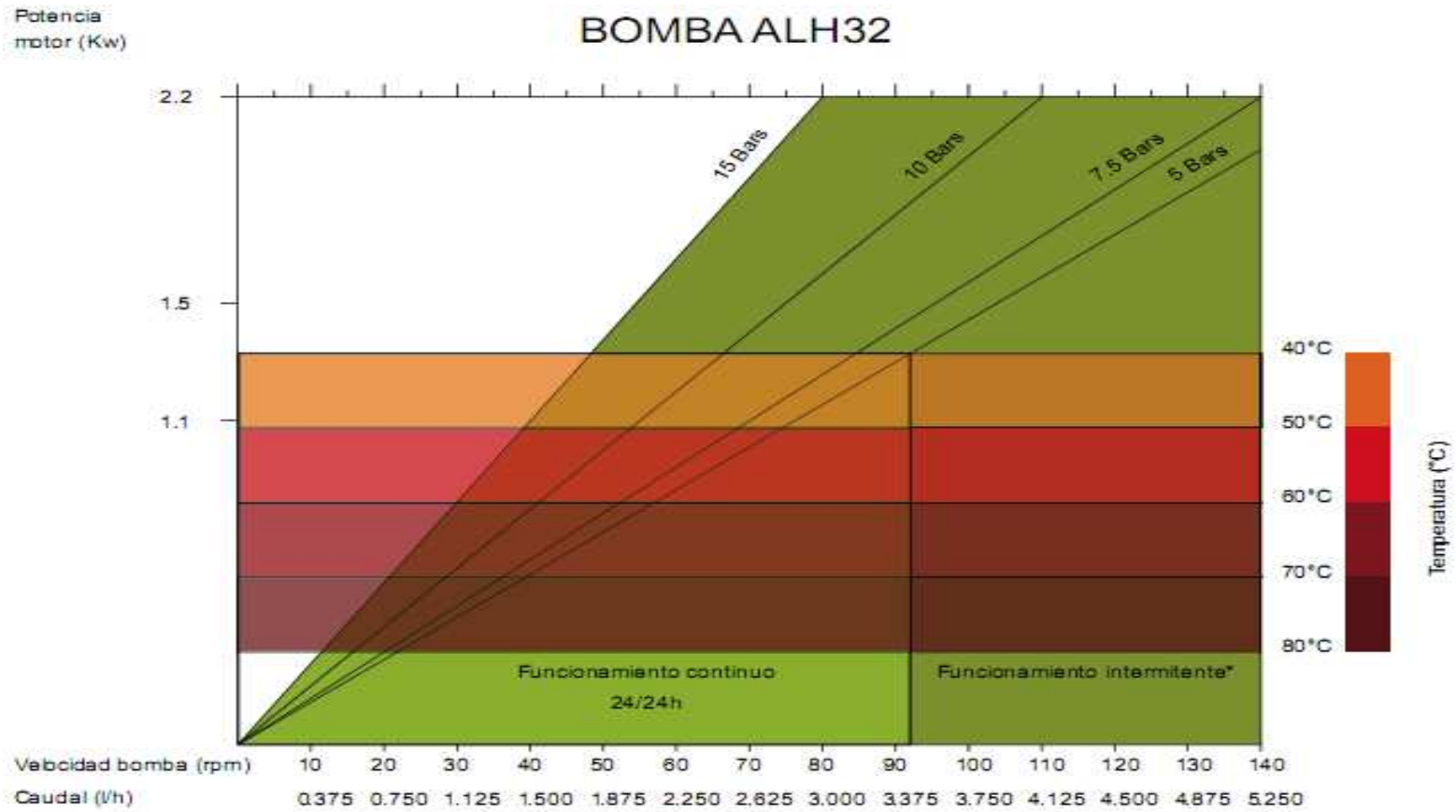
KEY NO.	DESCRIPTION	F75		F100	
		QTY	PART NO.	QTY	PART NO.
1	Case	1	P1-163	1	P1-164
5	Case Gasket	2	D11-25	2	D11-26
8A	Pipe Plug, Backplate	2	G56-40	2	G56-40
8B	Pipe Plug, RV	1	G56-11	1	G56-11
8C	Pipe Plug, Backplate	2	G56-12	2	G56-12
8D	Pipe Plug, Flg Mtd BP	1	G56-21	1	G56-21
16	Bearing	4	G5-329	4	G5-330
20	Backplate, Foot Mtd	1	P2-297	1	P2-506
	Backplate, Flg Mtd	1	P2-169	1	P2-170
	Backplate, Foot Mtd (ANSI)	1	P2-785	1	N2-1264
22	Hex Hd Cap Screw, Plain	16	G49-037550	16	G49-043575
	Soc Hd Cap Screw, RV	16	G49-037550	16	G49-043575
23	Ball Brg	1	G40-43	1	G40-43
24	Ret Ring, Brg (Mech Seal)	1	G41-5	1	G41-5
	Ret Ring, Brg (Pkg)	2	G41-5	2	G41-5
25	Lube Ftg	1	G63-2	1	G63-2
45	Faceplate, Plain	1	P3-25	1	P3-26
	Faceplate, RV	1	P3-169	1	P3-170
46	Poppet	1	D16-57	1	D16-58
47	Bonnet	1	P14-9	1	P14-10
48	Spring (75 PSI)	1	G10-201	1	G10-202
	Spring (150 PSI)	1	G10-217	1	G10-218
	Spring (300 PSI)	1	G10-233	1	G10-234
49	Spring Guide	1	D8-89	1	D8-90
50	Gasket, RV Cap	1	D11-295	1	D11-295
51	RV Cap	1	P15-8	1	P15-8
51A	Plug Cap	1	P17-9	1	P17-10
52	Nut	1	G44-31	1	G44-31
53	Adjusting Screw	1	D15-7	1	D15-7
54	Gasket, RV	2	D11-105	2	D11-106
54A	Gasket, RV	1	D11-104	1	D11-104
70	Key, Drive	1	D30-18	1	D30-18
71	Key, Gear	1	D30-69	1	D30-69
72	Drive Shaft, Mech Seal	1	D1-1233	1	D1-1236
	Drive Shaft, Pkg	1	D1-1231	1	D1-1234
73	Idler Shaft & Gear	1	N1-528	1	N1-529
75	Gear, RH	1	D6-233	1	D6-234
80	Hex Hd Cap Screw, Mech Seal	6	G49-037225	6	G49-037225
	Hex Hd Cap Screw, Pkg	4	G49-037175	4	G49-037175
85	Nut, Pkg	6	G44-30	6	G44-30
86	Pkg Gland Clip	2	D42-11	2	D42-11
87	Pkg Gland	1	P10-188	1	P10-188
89	Stud, Pkg	2	D22-23	2	D22-23
91	Pkg Set	1	N43-15	1	N43-16
92	Pkg Washer	1	D8-10	1	D8-10
93	Brg Cage, Mech Seal	1	P4-74	1	P4-74
	Pkg Housing, Pkg	1	P9-311	1	P9-312
93A	Gasket	1	D11-121	1	D11-121
96	Mech Seal	1	G14-229	1	G14-229



### POSIBLES ROTACIONES DE LA BOMBA SERIES F

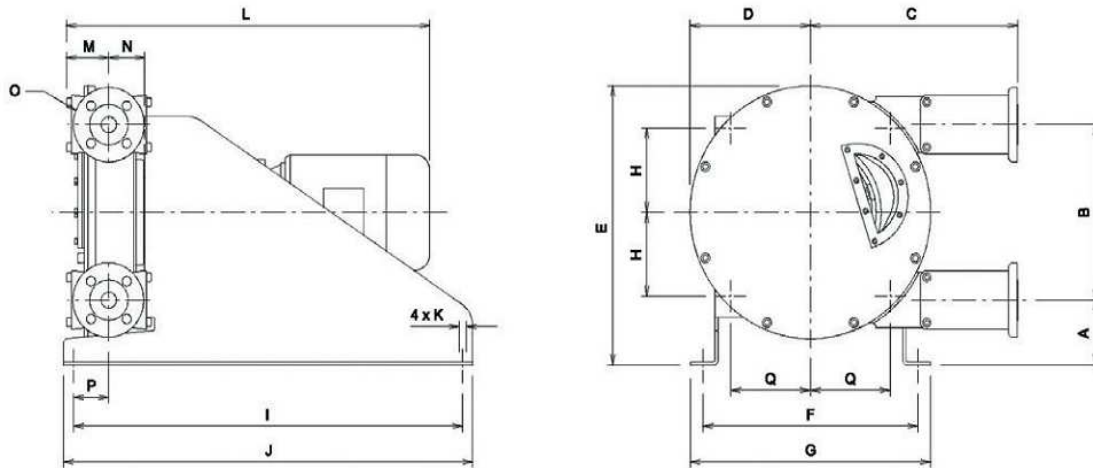


## CURVAS BOMBA PERISTALTICA ALBIN ALH32



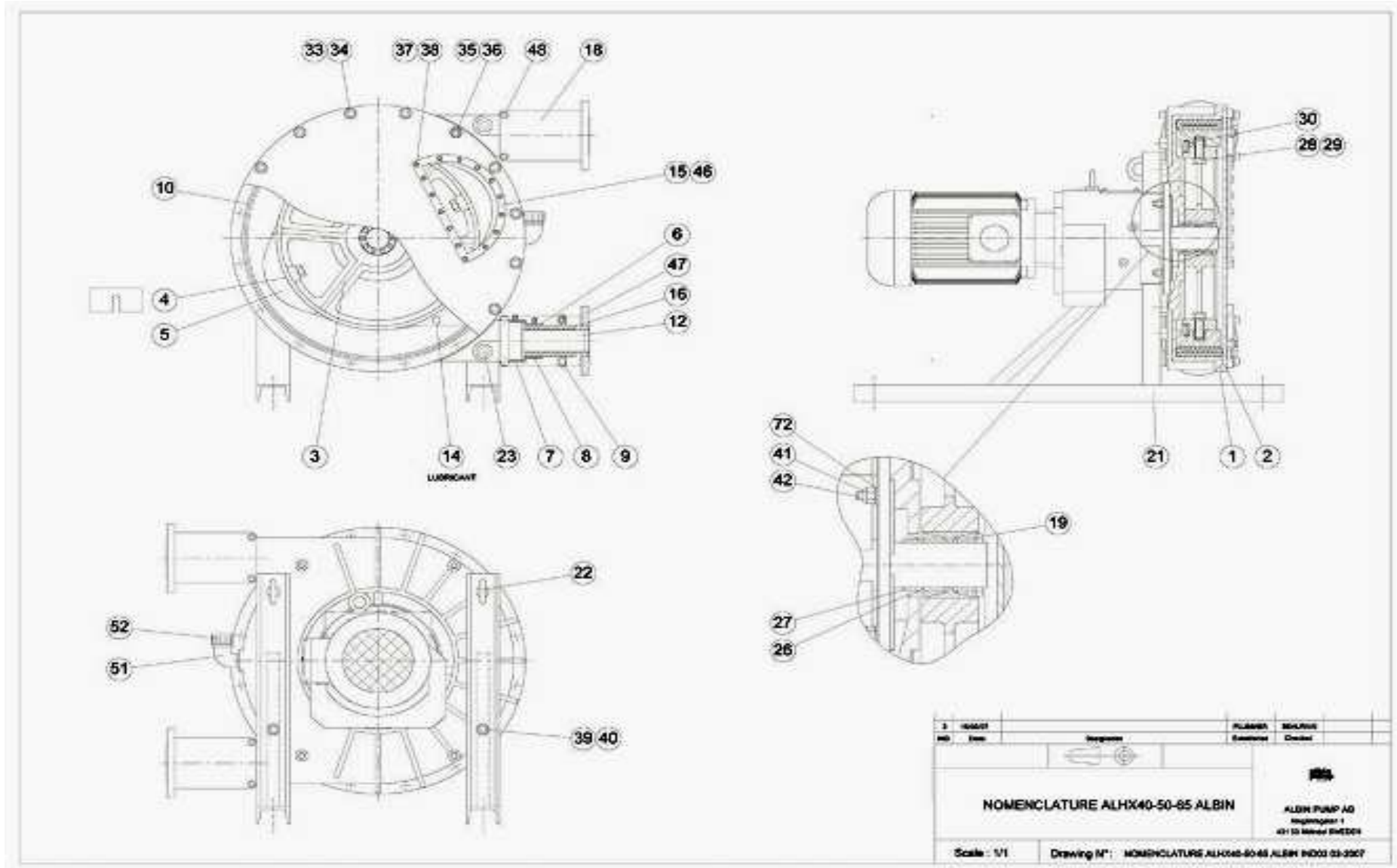
\*Utilización intermitente corresponde a 2 horas de funcionamiento continuo seguido por una hora de pausa.

## DIMENSIONES BOMBA PERISTALTICA ALBIN ALH32



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ALH32	122,5	330	435,5	238	525,5	426	476	157,75	770	810
	K	L	M	N	O	P	Q			
ALH32	4xø13		83	71	DN32 PN16	109	157,75			

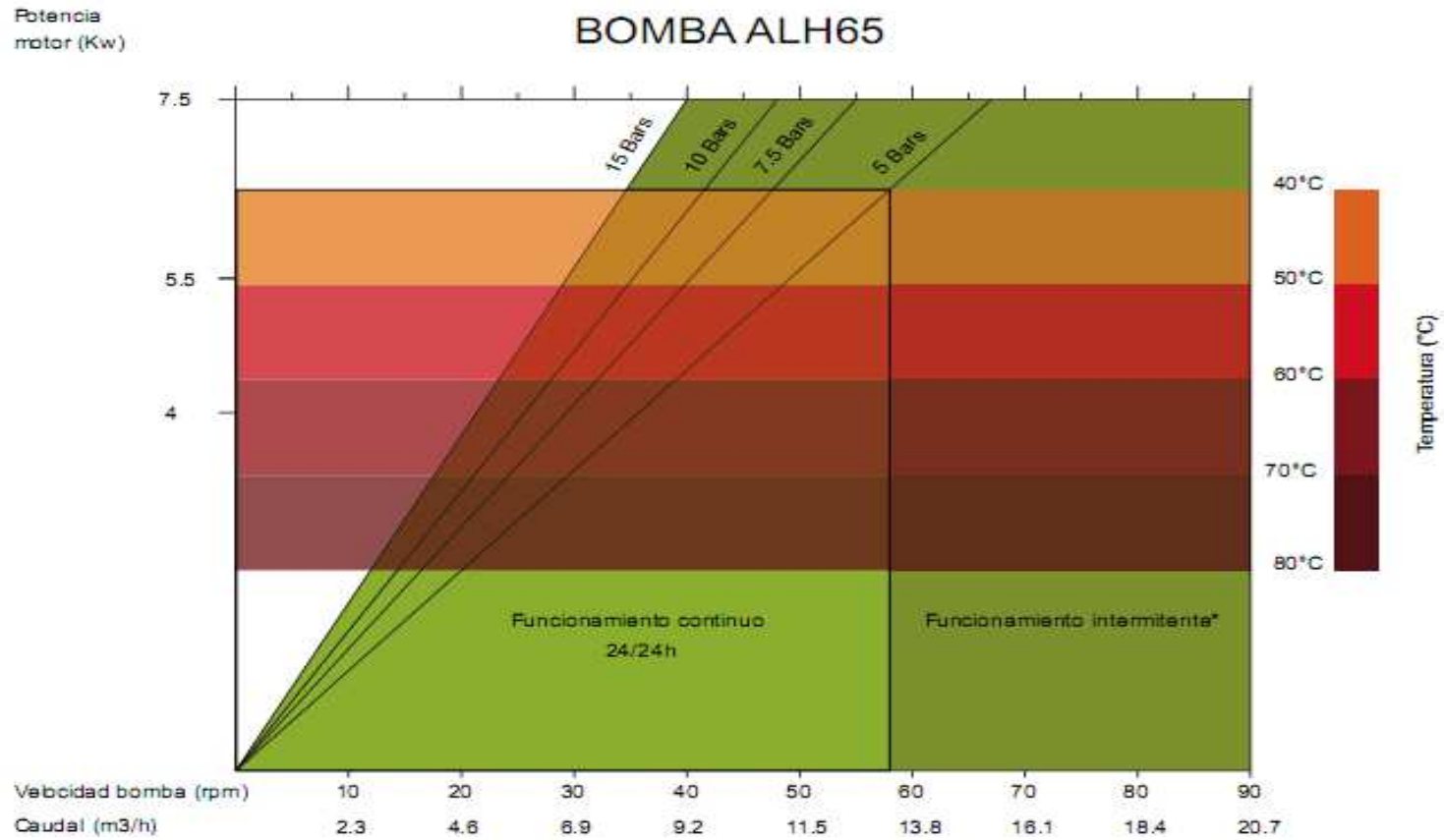
### PARTES BOMBA PERISTALTICA ALBIN ALH32



REP.	DESIGNACIÓN	ALH 25-40	ALHX 40 - ALH 65
1	CUERPO	X	X
2	TAPA	X	X
3	RUEDA	X	X
4	CALZO	X	X
5	ZAPATA	X	X
6	MANGUITO	X	X
7	ABRAZADERA SOBRE CUERPO	X	X
8	ABRAZADERA MANGUITO/TUBO	X	X
9	ABRAZADERA SOBRE TUBO	X	X
10	JUNTA TAPA	X	X
12	INSERTO	X	X
14	LUBRIFICANTE	X	X
15	VENTANA	X	X
16	TUBO	X	X
18	ESTRIBO	X	X
19	BUJE	X	X
20	PLATO A EMPERNAR		
21	CHASIS	X	X
22	ANILLO PARA LEVANTAR		
23	TAPÓN PARA VACIAR	X	X
24	ANILLO		
25	BRIDA PORTAJUNTA		
26	JUNTA DE ÁRBOL	X	X
27	ANILLO DE ESTANQUIDAD	X	X
28	TORNILLO ZAPATA	X	X
29	ARANDELA PARA TORNILLO ZAPATA	X	X
30	PASADOR DE POSICIÓN ZAPATA	X	X
31	TORNILLO PARA PLATO A EMPERNAR		
32	TUERCA PARA 31		
33	TORNILLO DE TAPA	X	X
34	ARANDELA TORNILLO DE TAPA	X	X
35	CLAVIJA DE TAPA	X	X
36	TUERCA PARA 35	X	X
37	TORNILLO DE VENTANA	X	X
38	ARANDELA PARA 37	X	X
39	TORNILLO DE CHASIS	X	X
40	ARANDELA PARA 39	X	X
41	CLAVIJA DE REDUCTOR	X	X
42	TUERCA PARA 41	X	X
43	TORNILLO PARA BRIDA PORTAJUNTA		
46	JUNTA DE VENTANA	X	X
47	BRIDA ASPIRACIÓN/REF.	X	X
48	TORNILLO DE ESTRIBO	X	X
49	ARANDELA PARA TORNILLO DE ESTRIBO		
51	CODO MF 90° PARA RESPIRADERO	X	X
52	RESPIRADERO	X	X
59	TORNILLO DE RUEDA		
60	ARANDELA PARA TORNILLO DE RUEDA		
63	ANILLO PARA LEVANTAR EN LA TAPA		
64	TORNILLO PARA 63		
67	JUNTA PARA BRIDA PORTAJUNTA		
70	BRIDA DE POSICIÓN REDUCTOR		
71	BRIDA DE LA TAPA		
72	ARANDELA PARA 41	X	X

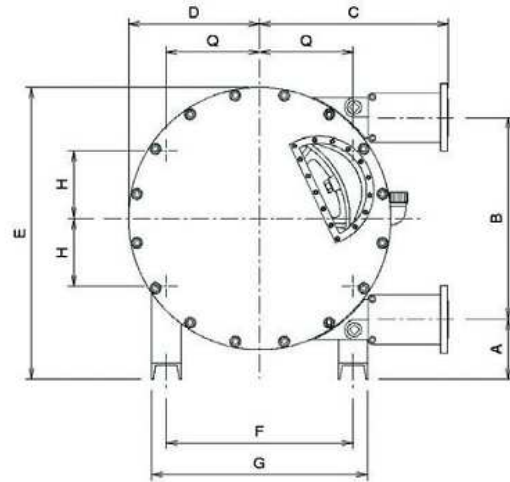
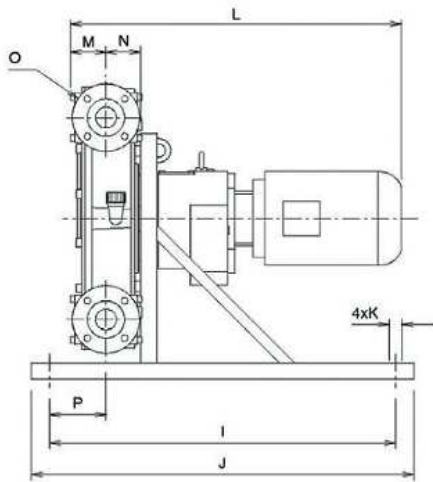


## CURVAS BOMBA PERISTALTICA ALBIN ALH65



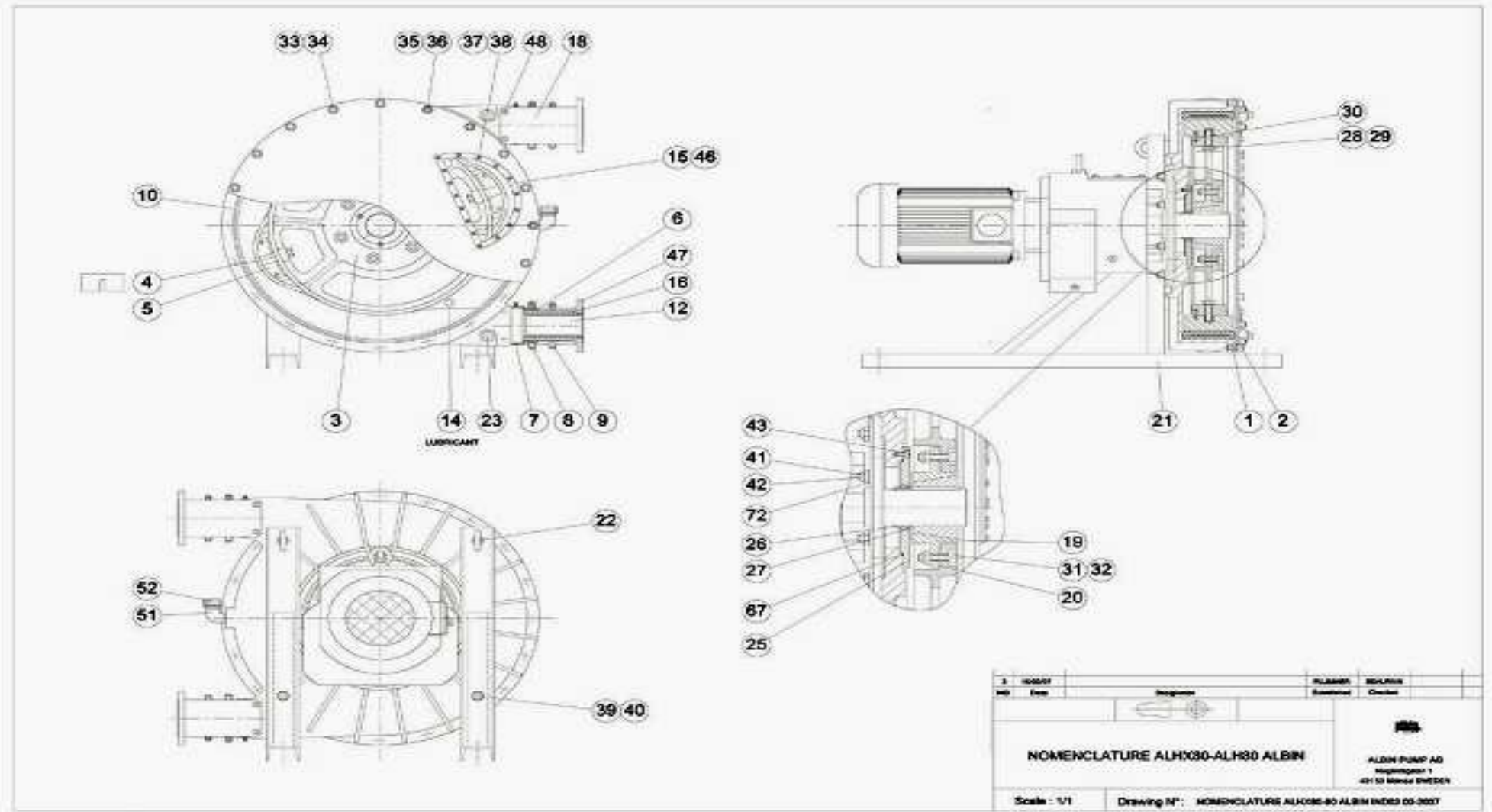
\*Utilización intermitente corresponde a 2 horas de funcionamiento continuo seguido por una hora de pausa.

## DIMENSIONES BOMBA PERISTALTICA ALBIN ALH65



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ALH65	164,5	554	517,5	360	801,5	513	593	186,5	950	1050
	K	L	M	N	O	P	Q			
ALH65	4xØ19		94,5	98	DN65 PN16	152	256,5			

### PARTES BOMBA PERISTALTICA ALBIN ALH65



1		2		3		4		5	
Des.	Rev.	Proj.	Rev.	Elab.	Rev.	Compr.	Rev.	Verif.	Rev.
NOMENCLATURE ALHX30-ALH30 ALBIN								ALBIN PUMP AG Hauptquartier 1 421 53 Malmö SWEDEN	
Scale: 1/1		Drawing N°: NOMENCLATURE ALHX30-ALH30 ALBIN INDEX 03-3007							

REP.	DESIGNACIÓN	ALH 25-40	ALHX 40 - ALH 65
1	CUERPO	X	X
2	TAPA	X	X
3	RUEDA	X	X
4	CALZO	X	X
5	ZAPATA	X	X
6	MANGUITO	X	X
7	ABRAZADERA SOBRE CUERPO	X	X
8	ABRAZADERA MANGUITO/TUBO	X	X
9	ABRAZADERA SOBRE TUBO	X	X
10	JUNTA TAPA	X	X
12	INSERTO	X	X
14	LUBRIFICANTE	X	X
15	VENTANA	X	X
16	TUBO	X	X
18	ESTRIBO	X	X
19	BUJE	X	X
20	PLATO A EMPERNAR		
21	CHASIS	X	X
22	ANILLO PARA LEVANTAR		
23	TAPÓN PARA VACIAR	X	X
24	ANILLO		
25	BRIDA PORTAJUNTA		
26	JUNTA DE ÁRBOL	X	X
27	ANILLO DE ESTANQUIDAD	X	X
28	TORNILLO ZAPATA	X	X
29	ARANDELA PARA TORNILLO ZAPATA	X	X
30	PASADOR DE POSICIÓN ZAPATA	X	X
31	TORNILLO PARA PLATO A EMPERNAR		
32	TUERCA PARA 31		
33	TORNILLO DE TAPA	X	X
34	ARANDELA TORNILLO DE TAPA	X	X
35	CLAVIJA DE TAPA	X	X
36	TUERCA PARA 35	X	X
37	TORNILLO DE VENTANA	X	X
38	ARANDELA PARA 37	X	X
39	TORNILLO DE CHASIS	X	X
40	ARANDELA PARA 39	X	X
41	CLAVIJA DE REDUCTOR	X	X
42	TUERCA PARA 41	X	X
43	TORNILLO PARA BRIDA PORTAJUNTA		
46	JUNTA DE VENTANA	X	X
47	BRIDA ASPIRACIÓN/REF.	X	X
48	TORNILLO DE ESTRIBO	X	X
49	ARANDELA PARA TORNILLO DE ESTRIBO		
51	CODO MF 90° PARA RESPIRADERO	X	X
52	RESPIRADERO	X	X
59	TORNILLO DE RUEDA		
60	ARANDELA PARA TORNILLO DE RUEDA		
63	ANILLO PARA LEVANTAR EN LA TAPA		
64	TORNILLO PARA 63		
67	JUNTA PARA BRIDA PORTAJUNTA		
70	BRIDA DE POSICIÓN REDUCTOR		
71	BRIDA DE LA TAPA		
72	ARANDELA PARA 41	X	X

# ANEXO 3

---


## VARIADORES

**Sección 1.-** Características variadores POWERFLEX4-40

**Sección 2.-** Conexiones de control variadores POWERFLEX4-40

**Sección 3.-** Dimensiones variadores POWERFLEX4-40

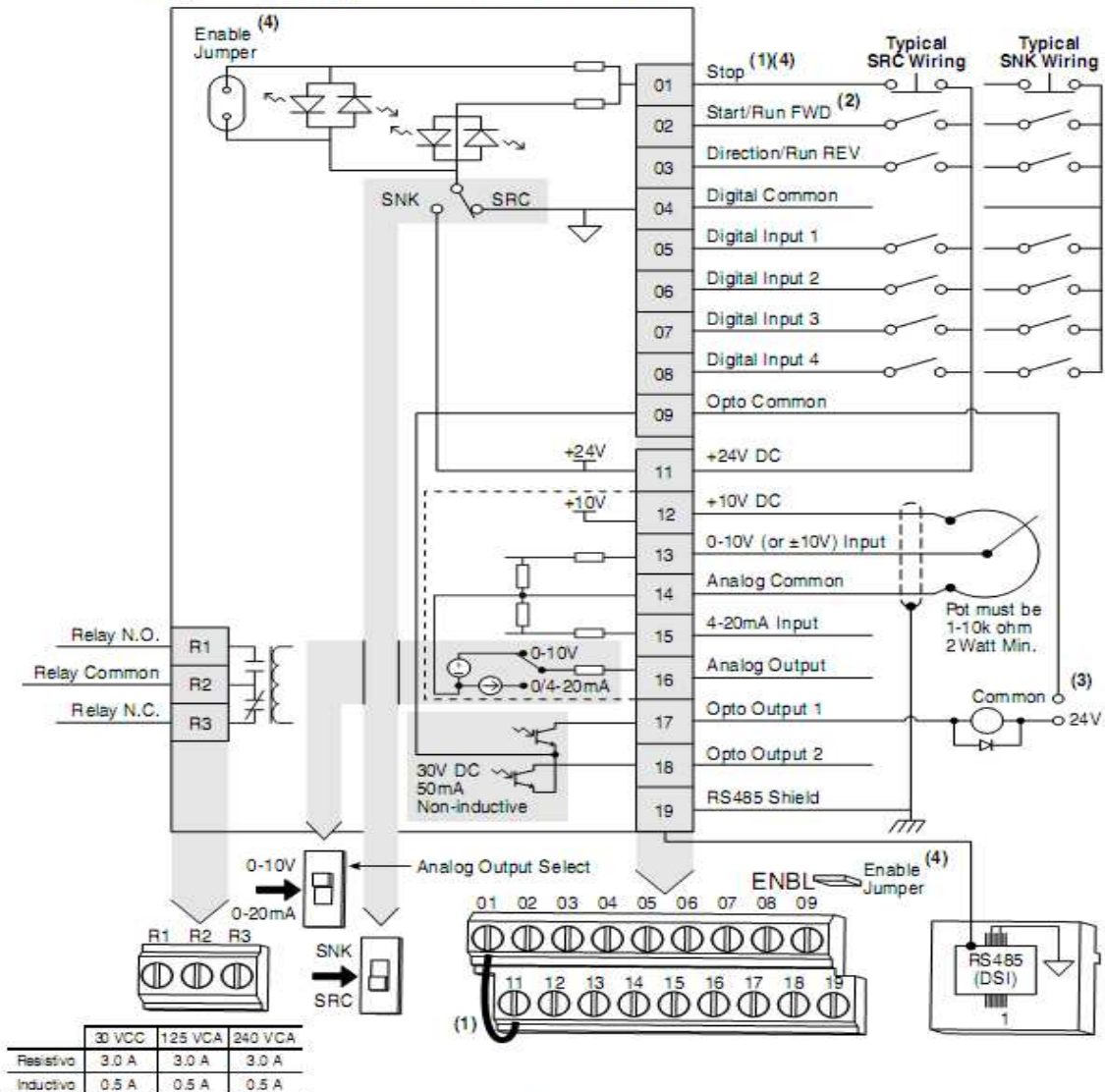
## CARACTERISTICAS VARIADORES POWERFLEX4-40

<b>Clasificaciones de entrada/salida</b>		<b>Aprobaciones</b>	
<p>Frecuencia de salida: 0–400 Hz (programable)</p> <p>Eficiencia: 97.5 % (típica)</p>			
<b>Entradas de control digital (corriente de entrada = 6 mA)</b>		<b>Entradas de control analógico</b>	
<p>Modo SRC (surtidor):</p> <p>18–24 V = ACTIVADO</p> <p>0–6 V = DESACTIVADO</p>	<p>Modo SNK (drenador):</p> <p>0–6 V = ACTIVADO</p> <p>18–24 V = DESACTIVADO</p>	<p>4–20 mA analógicas: Impedancia de entrada de 250 ohms</p> <p>0–10 VCC analógicas: Impedancia de entrada de 100 k ohms</p> <p>Pot. externo: 1–10 k ohms, 2 watts mínimo</p>	
<b>Salida de control</b>			
<p>Salida programable (relé formato C)</p> <p>Clasificación resistiva: 3.0 A a 30 VCC, 3.0 A a 125 VCA, 3.0 A a 240 VCA</p> <p>Clasificación inductiva: 0.5 A a 30 VCC, 0.5 A a 125 VCA, 0.5 A a 240 VCA</p>		<p>Salidas de optoacoplador</p> <p>30 VCC, 50 mA</p> <p>No inductivas</p>	<p>Salidas analógicas (10 bit)</p> <p>0–10 V, 1 k ohm mín.</p> <p>4–20 mA, 525 ohm máx.</p>
<b>Fusibles y disyuntores</b>			
<p>Tipo de fusible recomendado: UL Clases J, CC, T o Tipo BS88; 600 V (550 V) o equivalente.</p> <p>Disyuntores recomendados: Disyuntores HMCP o equivalentes.</p>			
<b>Funciones de protección</b>			
<p>Protección del motor: I<sup>2</sup>t protección contra sobrecarga – 150 % durante 60 seg., 200 % durante 3 seg. (proporciona protección Clase 10)</p>			
<p>Sobrecorriente: 200 % límite del hardware, 300 % fallo instantáneo</p>			
<b>Sobrevoltaje:</b>	Entrada de 100–120 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 405 VCC (equivalente a línea de entrada de 150 VCA)	
	Entrada de 200–240 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 405 VCC (equivalente a línea de entrada de 290 VCA)	
	Entrada de 380–460 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 810 VCC (equivalente a línea de entrada de 575 VCA)	
	Entrada de 460–600 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 1005 VCC (equivalente a línea de entrada de 711 VCA)	
<b>Bajo voltaje:</b>	Entrada de 100–120 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 210 VCC (equivalente a línea de entrada de 75 VCA)	
	Entrada de 200–240 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 210 VCC (equivalente a línea de entrada de 150 VCA)	
	Entrada de 380–480 VCA –	El disparo ocurre a un voltaje de bus de 390 VCC (equivalente a línea de entrada de 275 VCA)	
	Entrada de 460–600 VCA –	Si P042 = 3 el disparo por “alto voltaje” ocurre a un voltaje de bus de 487 VCC (línea de entrada de 344 VCA); Si P042 = 2 el disparo por “bajo voltaje” ocurre a un voltaje de bus de 390 VCC (línea de entrada de 275 VCA)	
<p>Intervalo de autonomía eléctrica del control: El intervalo de automomía mínimo es 0.5 seg. – el valor típico es 2 seg.</p>			
<p>Intervalo de autonomía eléctrica sin fallo: 100 milisegundos</p>			
<b>Frenado dinámico</b>			
<p>IGBT de freno dinámico incluido con todas las clasificaciones excepto las versiones sin freno. Consulte el Apéndice B del documento PowerFlex 40 User Manual para obtener información sobre cómo hacer pedidos de resistencias de DB.</p>			

# CONEXIONES DE CONTROL VARIADORES POWERFLEX4-40

## Bloque de terminales de control

Diagrama del bloque de cableado de control



P036 [Start Source]	Paro	Terminal de E/S 01 "Paro"
Tecado	Según P037	Inercia
3 hilos	Según P037	Según P037
2 hilos	Según P037	Inercia
Puerto RS485	Según P037	Inercia

(1) **Importante:** el terminal de E/S 01 siempre es una entrada de paro por inercia excepto cuando P036 [Start Source] se establece para control de "Tres Hilos" o "Av/Ret.Impul". En el control de tres hilos, el terminal de E/S 01 está controlado por P037 [Stop Mode]. Todas las demás fuentes de paro están controladas por P037 [Stop Mode].

- Importante:** El variador se envía con un puente instalado entre los terminales de E/S 01 y 11. Retire este puente cuando use el terminal de E/S 01 como entrada de paro o de habilitación.
- Se muestra el control de dos hilos. Para el control de tres hilos, utilice una entrada momentánea en el terminal E/S 02 para ordenar un arranque. Use una entrada con mantenimiento para el terminal de E/S 03 para cambiar de dirección.
  - Cuando use una salida de optoacoplador con una carga inductiva como relé, instale un diodo de recuperación paralelo al relé como se muestra, para evitar dañar la salida.
  - Cuando se extrae el puente ENBL, el terminal de E/S 01 siempre actuará como habilitación de hardware, causando un paro por inercia sin interpretación del software. Consulte el documento PowerFlex 40 User Manual para obtener más información.

### Designaciones de terminales de E/S de control

No.	Señal	Opción predeterm. en la fábrica	Descripción	Parám.
R1	Relé N. A.	Fault	Contacto normalmente abierto para el relé de salida.	A055
R2	Común de relé	–	Común del relé de salida.	
R3	Relé N.C.	Fault	Contacto normalmente cerrado del relé de salida.	A055
	Microinterruptor de selección de salida analógica	0–10 V	Establece la salida analógica en voltaje o corriente. Los ajustes deben corresponder con A065 [Analog Out Sel].	
	Microinterruptor de drenador/surtidor	Surtidor (SRC)	Las entradas se pueden cablear como drenador (SNK) o surtidor (SRC) mediante ajustes de los microinterruptores.	
01	Paro <sup>(1)</sup>	Coast	Es necesario que esté presente el puente instalado en fábrica o una entrada normalmente cerrada para que arranque el variador.	P036 <sup>(1)</sup>
02	Arranque/Marcha AVANCE	Not Active	El comando proviene del teclado integrado de manera predeterminada. Para inhabilitar la operación inversa, consulte A095 [Reverse Disable].	P036, P037
03	Dir/marcha REV	Not Active		P036, P037, A095
04	Común digital	–	Para entradas digitales. Electrónicamente aisladas con entradas digitales de E/S analógicas y salidas ópticas.	
05	Entrada digital 1	Preset Freq	Se programa con A051 [Digital In1 Sel].	A051
06	Entrada digital 2	Preset Freq	Se programa con A052 [Digital In2 Sel].	A052
07	Entrada digital 3	Local	Se programa con A053 [Digital In3 Sel].	A053
08	Entrada digital 4	Jog Forward	Se programa con A054 [Digital In4 Sel].	A054
09	Común opto.	–	Para las salidas con acoplamiento óptico. Electrónicamente aisladas con salidas ópticas de E/S analógicas y entradas digitales.	
11	+24 VCC	–	Referenciada al común de las señales digitales. Potencia suministrada por el variador para las entradas digitales. La corriente máxima de salida es de 100 mA.	
12	+10 VCC	–	Referenciada al común de las señales analógicas. Alimentación eléctrica suministrada por el variador para el potenciómetro externo de 0–10 V. La corriente máxima de salida es de 15 mA.	P038
13	Ent. $\pm 10$ V <sup>(2)</sup>	Not Active	Para la alimentación de entrada externa de 0–10 V (unipolar) o $\pm 10$ V (bipolar) (impedancia de entrada = 100 k ohms) o deslizador de potenciómetro.	P038, A051-A054, A123, A132
14	Común analógico	–	Para ent. de 0–10 V o de 4–20 mA. Electrónicamente aisladas con entradas y salidas analógicas de E/S digitales y salidas ópticas.	
15	Ent 4–20 mA <sup>(2)</sup>	Not Active	Para alimentación externa de entrada de 4–20 mA (impedancia de entrada = 250 ohms).	P038, A051-A054, A132
16	Salida analógica	OutFreq 0–10	La salida analógica predeterminada es de 0–10 V. Para convertir a un valor de corriente, cambie el microinterruptor "Selección de salida analógica" a 0–20 mA. Se programa con A065 [Analog Out Sel]. El valor analógico máximo se puede escalar con A066 [Analog Out High]. Carga máxima: 4–20 mA = 525 ohms (10,5 V) 0–10 V = 1 k ohm (10 mA)	A065, A066
17	Salida Óptica 1	MotorRunning	Se programa con A058 [Opto Out1 Sel].	A058, A059, A064
18	Salida Óptica 2	At Frequency	Se programa con A061 [Opto Out1 Sel].	A061, A062, A064
19	Blindaje RS485 (DSI)	–	Cuando se use el puerto de comunicaciones RS485 (DSI) deberá conectarse el terminal a la tierra de seguridad (PE).	

<sup>(1)</sup> Vea pies de página (1) y (4) en la página 8.

<sup>(2)</sup> Ent 0–10 V y Ent 4–20 mA son canales de entrada diferentes y se pueden conectar simultáneamente. Se pueden usar las entradas independientemente para controlar la velocidad o en conjunto al funcionar en modo PID.



## DIMENSIONES VARIADORES POWERFLEX 4-40

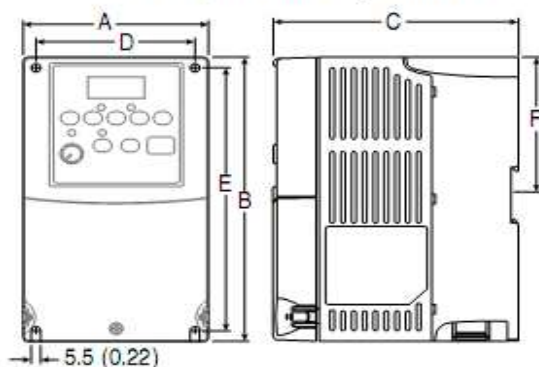
### Dimensiones del variador

Estructuras del PowerFlex 40P – Las clasificaciones son en kW y (HP)

Estructura	120 VCA – trifásico	240 VCA – trifásico	240 VCA – trifásico	480 VCA – trifásico	600 VCA – trifásico
B	0.4 (0.5) 0.75 (1.0) 1.1 (1.5)	0.4 (0.5) 0.75 (1.0) 1.5 (2.0)	0.4 (0.5) 2.2 (3.0) 0.75 (1.0) 3.7 (5.0) 1.5 (2.0)	0.4 (0.5) 2.2 (3.0) 0.75 (1.0) 4.0 (5.0) 1.5 (2.0)	0.75 (1.0) 4.0 (5.0) 1.5 (2.0) 2.2 (3.0)
C <sup>(1)</sup>		2.2 (3.0)	5.5 (7.5) 7.5 (10.0)	5.5 (7.5) 11.0 (15.0) 7.5 (10.0)	5.5 (7.5) 11.0 (15.0) 7.5 (10.0)

(1) Las clasificaciones IP66, NEMA/UL Tipo 4X no están disponibles en los variadores de estructura C.

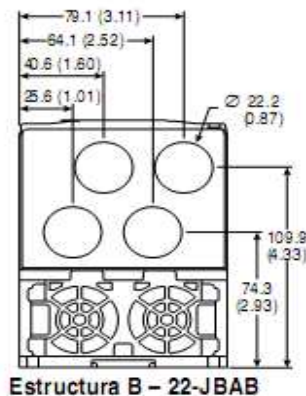
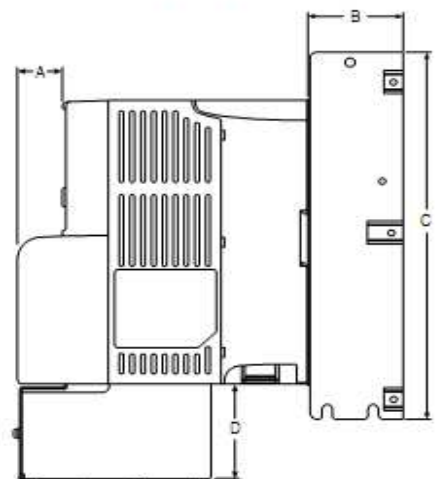
#### IP20, NEMA/UL Tipo abierto



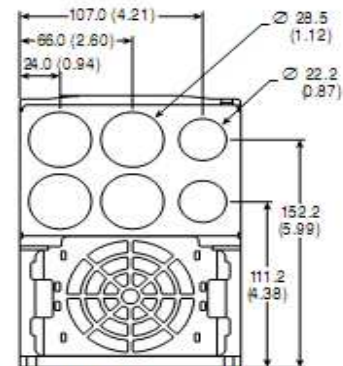
Las dimensiones se muestran en milímetros y (pulgadas).  
Los pesos se indican en kilogramos y en (libras).

Estructura	A	B	C	D	E	F	Peso de envío
B	100 (3.94)	180 (7.09)	136 (5.35)	87 (3.43)	168 (6.61)	87.4 (3.44)	2.2 (4.9)
C	130 (5.1)	260 (10.2)	180 (7.1)	116 (4.57)	246 (9.7)	-	4.3 (9.5)

#### Kits de opciones de comunicación, filtro de interferencia de radiofrecuencia (RFI), IP30/NEMA 1/UL tipo 1

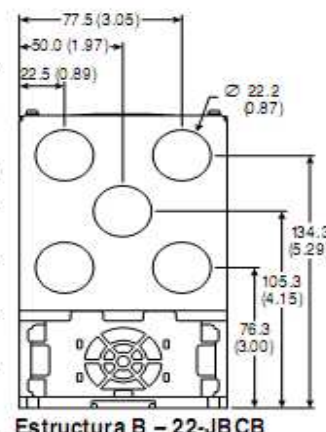


Estructura B – 22-JBAB

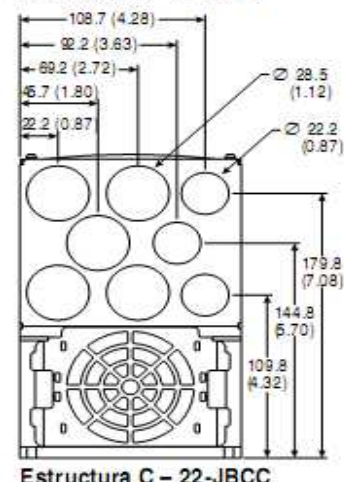


Estructura C – 22-JBAC

Dimensión	Opción	Variador de estructura B	Variador de estructura C
A	Cubierta com.	25 (0.98)	25 (0.98)
B	Filtro EMC de línea	50 (1.97)	60 (2.36)
C	Filtro EMC de línea	229 (9.02)	309 (12.17)
D	IP30/NEMA 1/UL tipo 1	33 (1.30)	60 (2.36)
	IP30/NEMA 1/UL tipo 1 para cubierta com.	64 (2.52)	60 (2.36)

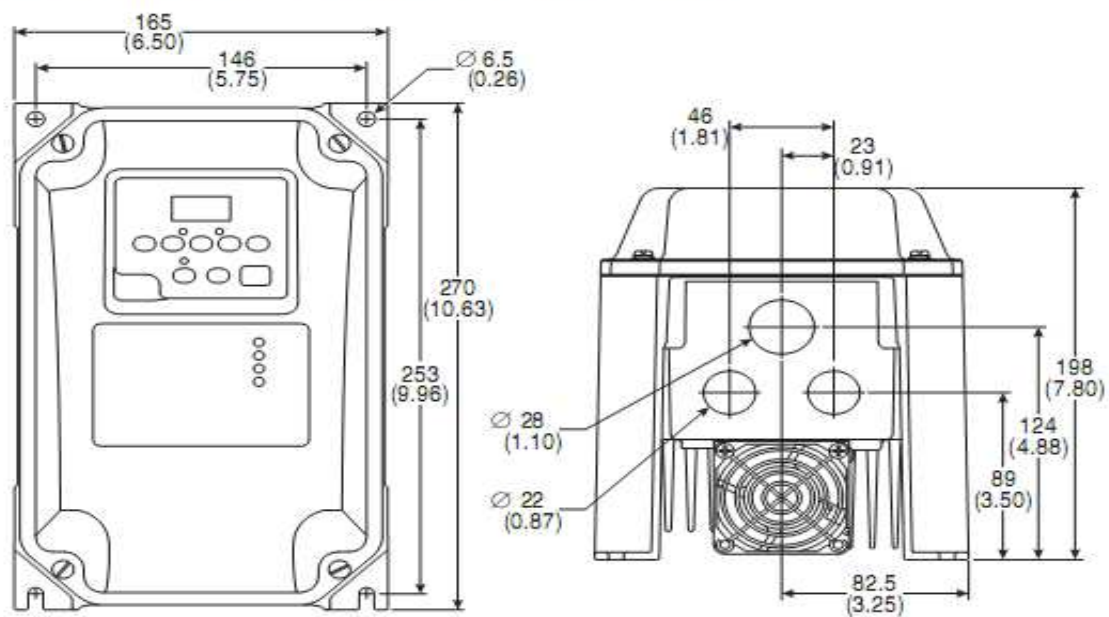


Estructura B – 22-JBCB



Estructura C – 22-JBCC

**IP66, NEMA Tipo/UL Tipo 4X** – Las dimensiones se proporcionan en milímetros y (pulgadas) Los pesos se proporcionan en kilogramos y (libras).



Peso
5.2 (11.5)

# ANEXO 4

---

## VALVULAS

**Sección 1.-** Dimensiones para las válvulas BRAY SERIES 20/21

**Sección 2.-** Dimensiones para actuadores BRAY SERIES 92/93

**Sección 3.-** CV

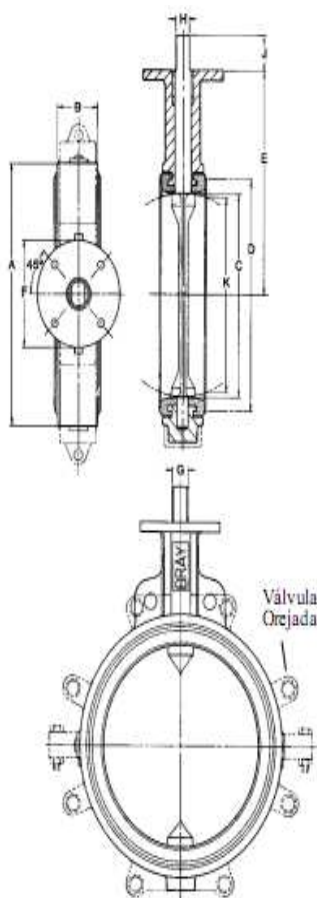
**Sección 4.-** Namur

**Sección 5.-** Dimensiones para los sensores de proximidad series 52

**Sección 6.-** Diagramas de conexión para los sensores de proximidad series 52

## DIMENSIONES PARA VALVULAS BRAY SERIES 20/21

La válvula de Bray de la Serie 20 es una versión wafer con guías de bridas, y la Serie 21 es la versión orejada para servicio terminal y otros requerimientos de bridas.



**DIMENSIONES SERIE 20 Wafer**

Tamaño de la Válvula		A	B	C	D	E	F	Barreno de placa de montaje			G	H	J	K
ins	mm							BC	Nº de Orificios	Diámetro De los orificios				
1	25	2.36	1.18	1.25	1.73	3.54	2.56	1.97	4	.28	.39	.32	1.00	.44
1½	40	3.16	1.26	1.84	2.53	4.12	2.56	1.97	4	.28	.39	.32	1.00	1.35
2	50	3.69	1.62	2.00	2.84	5.50	3.54	2.76	4	.39	.55	.39	1.25	1.32
2½	65	4.19	1.75	2.50	3.34	6.00	3.54	2.76	4	.39	.55	.39	1.25	1.91
3	80	4.88	1.75	3.00	4.03	6.25	3.54	2.76	4	.39	.55	.39	1.25	2.55
4	100	6.06	2.00	4.00	5.16	7.00	3.54	2.76	4	.39	.63	.43	1.25	3.57
5	125	7.12	2.12	5.00	6.16	7.50	3.54	2.76	4	.39	.75	.51	1.25	4.63
6	150	8.12	2.12	5.75	7.02	8.00	3.54	2.76	4	.39	.75	.51	1.25	5.45
8	200	10.50	2.50	7.75	9.47	9.50	5.91	4.92	4	.57	.87	.63	1.25	7.45
10	250	12.75	2.50	9.75	11.47	10.75	5.91	4.92	4	.57	1.18	.87	2.00	9.53
12	300	14.88	3.00	11.75	13.47	12.25	5.91	4.92	4	.57	1.18	.87	2.00	11.47

**SERIE 21 Orejada**

Información de barrenado de orejadas		
BC	Nº de Orificios	Rocas UNC-2B
—	—	—
—	—	—
4.75	4	5/8-11
5.50	4	5/8-11
6.00	4	5/8-11
7.50	8	5/8-11
8.50	8	3/4-10
9.50	8	3/4-10
11.75	8	3/4-10
14.25	12	7/8-9
17.00	12	7/8-9

Tamaño de la Válvula		A	B	C	D	E	F	Barreno de placa de montaje			G	J	Tamaño De la llave	K
ins	mm							BC	Nº de Orificios	Diámetro De los orificios				
14	350	17.05	3.00	13.25	15.28	13.62	5.91	4.92	4	.57	1.38	2.00	.39x.39	13.04
16	400	19.21	4.00	15.25	17.41	14.75	5.91	4.92	4	.57	1.38	2.00	.39x.39	14.85
18	450	21.12	4.25	17.25	19.47	16.00	8.27	6.50	4	.81	1.97	2.50	.39x.47	16.85
20	500	23.25	5.00	19.25	21.59	17.25	8.27	6.50	4	.81	1.97	2.50	.39x.47	18.73

Información de barrenado de orejadas		
BC	Nº de Orificios	Rocas UNC-2B
18.75	12	1-8
21.25	16	1-8
22.75	16	1 1/8-7
25.00	20	1 1/8-7

**Tabla 8 Dimensiones de las válvulas.**

El grosor reducido del disco proporciona un Cv muy alto, menor caída de presión y mayor resistencia a la abrasión y a la erosión, sobre todo en aplicaciones de medios secos.

## CV

Cv se define como el volumen de agua en U.S.G.P.M. que circula a través de una restricción dada o la apertura de una válvula con disminución de presión de un (1) p.s.i. a temperatura ambiente. Los ángulos recomendados de control son entre 25° - 70° de apertura. El ángulo preferido para el control del tamaño de la válvula es de 60°- 65° de apertura.

**TORQUES ESPERADOS DE APERTURA/CIERRE (Lb.-Ins)**

Tamaño de la Válvula		Válvulas con programación completa de presión				Diámetro reducido del disco
		ΔP (PSI)				ΔP (PSI)
ins	mm	50	100	150	175	50
1	25	65	71	77	80	65
1½	40	95	100	106	110	95
2	50	125	130	135	140	125
2½	65	195	205	215	220	195
3	80	260	275	290	297	260
4	100	400	425	450	462	267
5	125	615	670	725	755	410
6	150	783	871	953	1003	537
8	200	1475	1650	1825	1915	983
10	250	2240	2520	2800	2940	1493
12	300	3420	3870	4320	4545	2280
14	350	4950	5700	6450	—	3300
16	400	6400	7700	9000	—	4267
18	450	7850	9850	11850	—	5267
20	500	10300	12900	15500	—	6867

**Tabla 9 Torques esperados de aperturas.**

## DIMENSIONES PARA LOS ACTUADORES BRAY SERIES 92/93

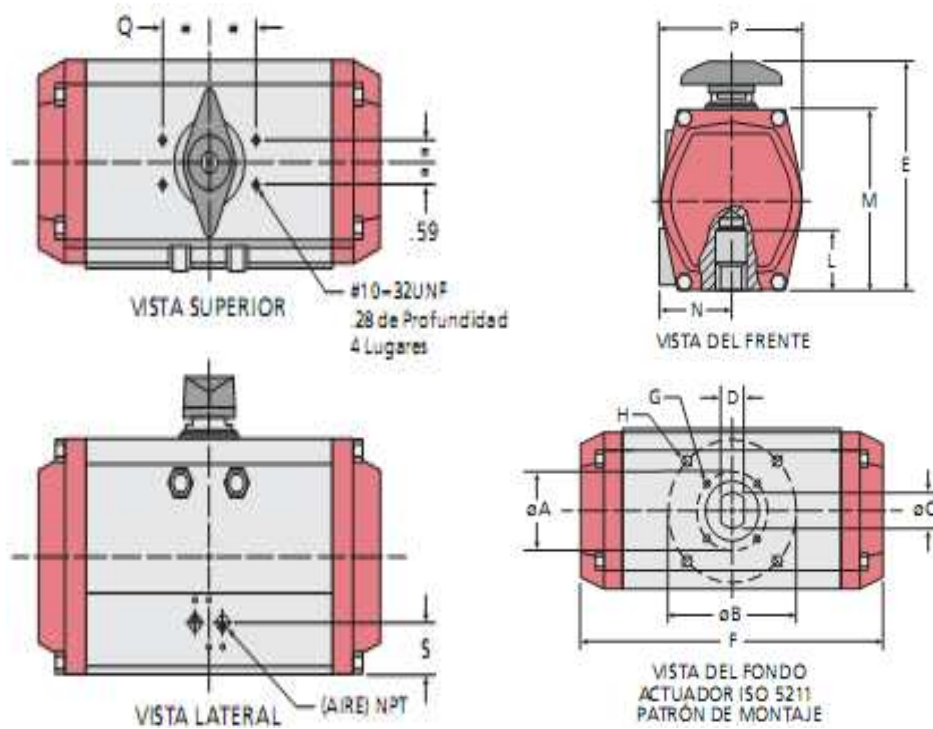
Los actuadores de Doble Acción y Cabecera de Retorno tienen las mismas dimensiones totales.

- ISO “F” significa brida de montaje patrón de perforación.
- Dimensiones para el Tamaño 160A se encuentran en la tabla. El Tamaño 160B (versión vástago con llave) tiene una dimensión C de 1.38 y D de .39.
- Dimensiones para el Tamaño 255A se encuentran en la tabla. El Tamaño 255B tiene una dimensión C de 3.00 y D de .75.

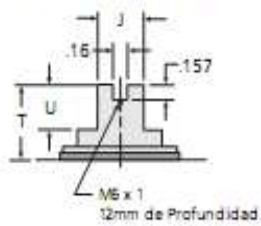
### SERIES 92/93 DIMENSIONS

SIZE	48	63	83	92	118	127	160*	210	255 <sup>‡</sup>
AIR NPT	1/8	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
A SO *F*	1.42 F 03	1.97 F 05	1.97 F 05	1.97 F 05	2.76 F 07	2.76 F 07	—	4.92 F 12	6.50 F 16
B SO *F*	1.97 F 05	2.76 F 07	2.76 F 07	2.76 F 07	4.92 F 12	4.92 F 12	4.92 F 12	6.50 F 16	7.87x4.72 Rect.
C	.55	.55	.75	.75	1.18	1.18	1.18	1.97	2.50
D	.40	.40	.51	.51	.87	.87	.87	.47	.62
E	3.88	4.53	5.43	5.78	7.28	8.09	9.36	11.45	13.35
F	6.10	5.58	7.40	8.59	11.90	12.31	15.54	17.80	26.70
G (UNC)	10-32 x .23	1/4-20 x .32	1/4-20 x .32	1/4-20 x .32	5/16-18 x .46	5/16-18 x .46	—	1/2-13 x .78	M16x2 x 28mm
H (UNC)	1/4-20 x .25	5/16-18 x .40	5/16-18 x .40	5/16-18 x .40	1/2-13 x .69	1/2-13 x .69	1/2-13 x .75	5/8-11 x 1.11	M16x2 x 28mm
J	.38	.38	.50	.50	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
L	1.38	1.38	1.46	1.46	2.20	2.20	2.20	2.76	4.25
M	2.50	3.46	4.27	4.61	5.52	6.32	7.80	10.04	11.89
N	1.60	1.72	2.02	2.18	2.53	2.72	3.07	4.25	4.75
P	2.78	3.11	3.83	4.17	4.91	5.44	6.82	8.83	10.75
Q	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	5.12	5.12	5.12
S	1.25	.89	.89	.94	1.36	1.36	1.39	1.44	1.50
T	1.10**	.79	.79	.79	.79	.79	1.18	1.18	1.18
U	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.75	.75	.75

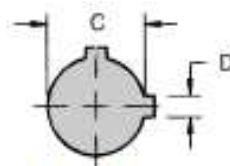
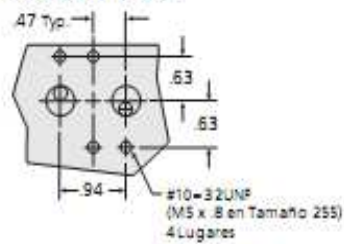
**Tabla 10 Dimensiones de los actuadores.**



SALIDA NAMUR  
PARTE SUPERIOR DEL VÁSTAGO



MONTAJE DEL  
SOLENOIDE NAMUR



DETALLE PARA TALADRAR  
EL VÁSTAGO  
TAMAÑO 210 & 255

Fig.4. 1 Dimensiones de los actuadores.

**INFORMACIÓN DEL TORQUE DEL ACTUADOR SERIE 93**

Operando con Aire, con Cabeecera de Retorno, Salida de Torque (Lbs. - Ins.)

Suministro de Presión de Aire (PSIG)	Tamaño del Actuador	No. de Resortes por Pistón	Suministro de Presión de Aire (PSIG)											
			40		60		80		100		120		Presión del Resorte	
			Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
48	1	51	32	89	70	126	107	164	145	201	182	43	24	
	2/1	39	10	77	48	114	85	152	123	189	160	65	36	
	2			64	27	101	64	139	102	176	139	86	49	
	3/2			52	5	89	42	127	80	164	117	108	61	
63	3					77	21	115	59	152	96	129	73	
	2	91	65	167	141	243	217	319	293	395	369	80	54	
	3	64	27	140	103	216	179	292	255	368	331	118	81	
	4			113	65	189	141	265	217	341	293	156	108	
	5			86	27	162	103	238	179	314	255	194	135	
83	6					135	65	211	141	287	217	232	162	
	2	210	167	395	352	580	537	765	722	950	907	184	141	
	3	156	76	341	261	526	446	711	631	896	816	275	195	
	4			281	176	466	361	651	546	836	731	360	255	
	5			220	97	405	282	590	467	775	652	439	316	
92	6					369	185	554	370	739	555	536	352	
	2	310	232	570	492	830	752	1089	1011	1349	1271	261	183	
	3	218	101	478	361	738	621	997	880	1257	1140	392	275	
	4			386	231	646	491	905	750	1165	1010	522	367	
	5			294	94	554	354	813	613	1073	873	659	459	
118	6					462	229	721	488	981	748	784	551	
	2	692	469	1249	1026	1805	1582	2362	2139	2919	2696	589	366	
	3	509	174	1066	731	1622	1287	2179	1844	2736	2401	884	549	
	4			883	437	1439	993	1996	1550	2553	2107	1178	732	
	5			700	142	1256	698	1813	1255	2370	1812	1473	915	
127	6					1073	404	1630	961	2187	1518	1767	1098	
	2	880	465	1622	1207	2364	1949	3106	2691	3848	3433	945	530	
	3			1357	733	2099	1475	2841	2217	3583	2959	1419	795	
	4			1094	261	1836	1003	2578	1745	3320	2487	1891	1058	
	5					1568	529	2310	1271	3052	2013	2365	1326	
160	6					1302	57	2044	799	2786	1541	2837	1592	
	2	1819	1118	3292	2591	4764	4063	6236	5535	7709	7008	1679	978	
	3	1399	349	2872	1822	4344	3294	5816	4766	7289	6239	2448	1398	
	4			2452	1123	3924	2595	5396	4067	6869	5540	3147	1818	
	5			2030	353	3502	1825	4974	3297	6447	4770	3917	2240	
210	6					3154	1196	4626	2668	6099	4141	4546	2588	
	2	3833	2508	6876	5551	9920	8595	12964	11639	16007	14682	3275	1950	
	3	2859	868	5902	3911	8946	6955	11990	9999	15033	13042	4915	2924	
	4			4930	2275	7974	5319	11018	8363	14061	11406	6551	3896	
	5			3949	638	6993	3682	10037	6726	13080	9769	8188	4877	
255	6					6022	2031	9066	5075	12109	8118	9839	5848	
	2	9487	6747	16967	14227	24447	21707	31926	29186	39406	36666	7464	4724	
	3	7125	3015	14605	10495	22085	17975	29564	25454	37044	32934	11196	7086	
	4			12243	6762	19723	14242	27202	21721	34682	29201	14929	9448	
	5			9880	3030	17360	10510	24839	17989	32319	25469	18661	11811	
6					14998	6778	22477	14257	29957	21737	22393	14173		

**Tabla 11 Torques de los actuadores.**

**Namur**

Son entre caras NAMUR (sin ningunas conexiones externas) que permiten la conexión de la solenoide al actuador.



## DIMENSIONES PARA LOS SENSORES DE PROXIMIDAD

### SERIES 52

Las dimensiones de los sensores se presentan en los siguientes gráficos:

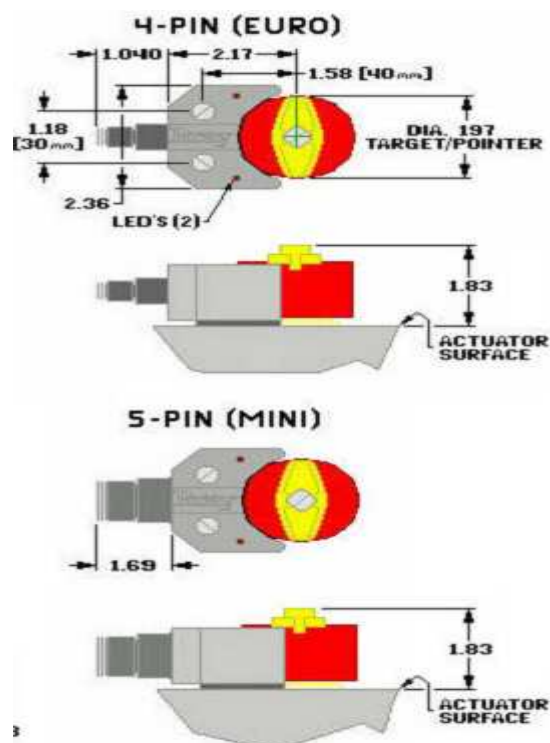
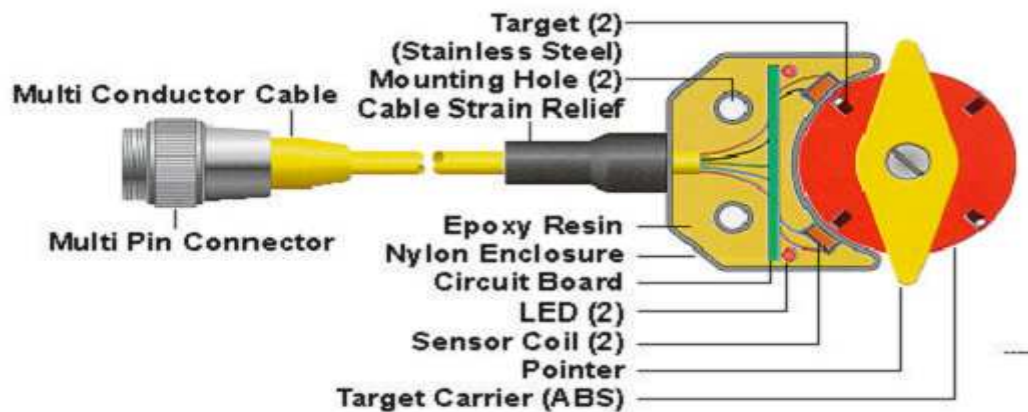


Fig.4. 2 Dimensiones de los sensores.

## DIAGRAMAS DE CONEXION PARA LOS SENSORES DE PROXIMIDAD SERIES 52

Los diagramas de los sensores se presentan en los siguientes gráficos:

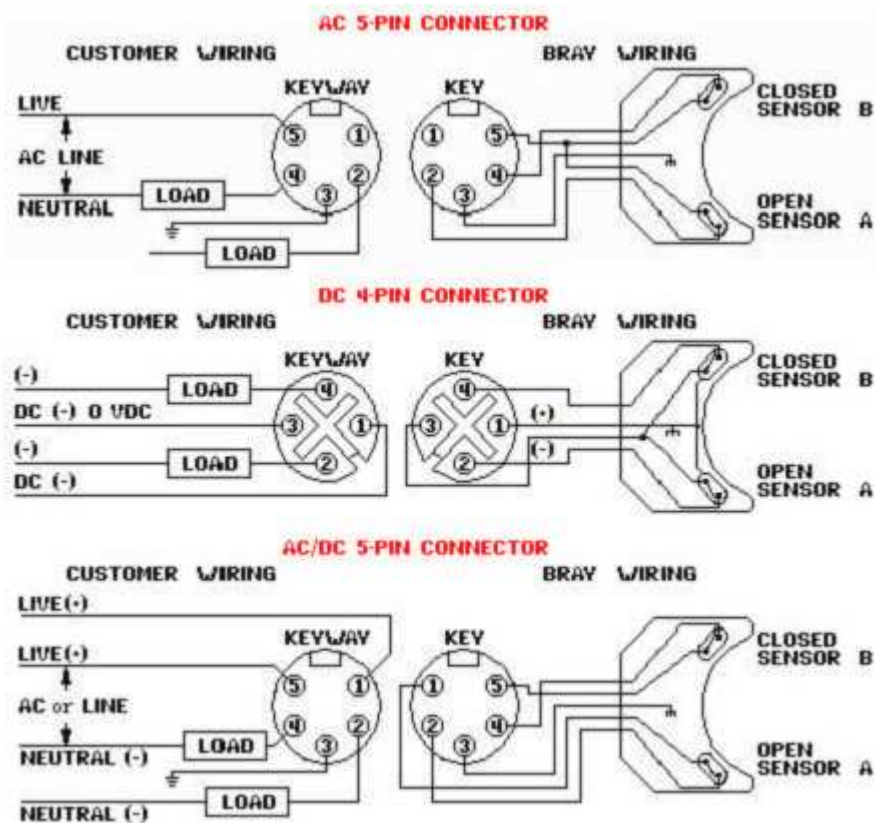


Fig.4. 3 Diagramas de conexiones para los sensores de proximidad.

# ANEXO 5

---

## CONTROLADOR

**Sección 1.-** Dimensiones del controlador IND780

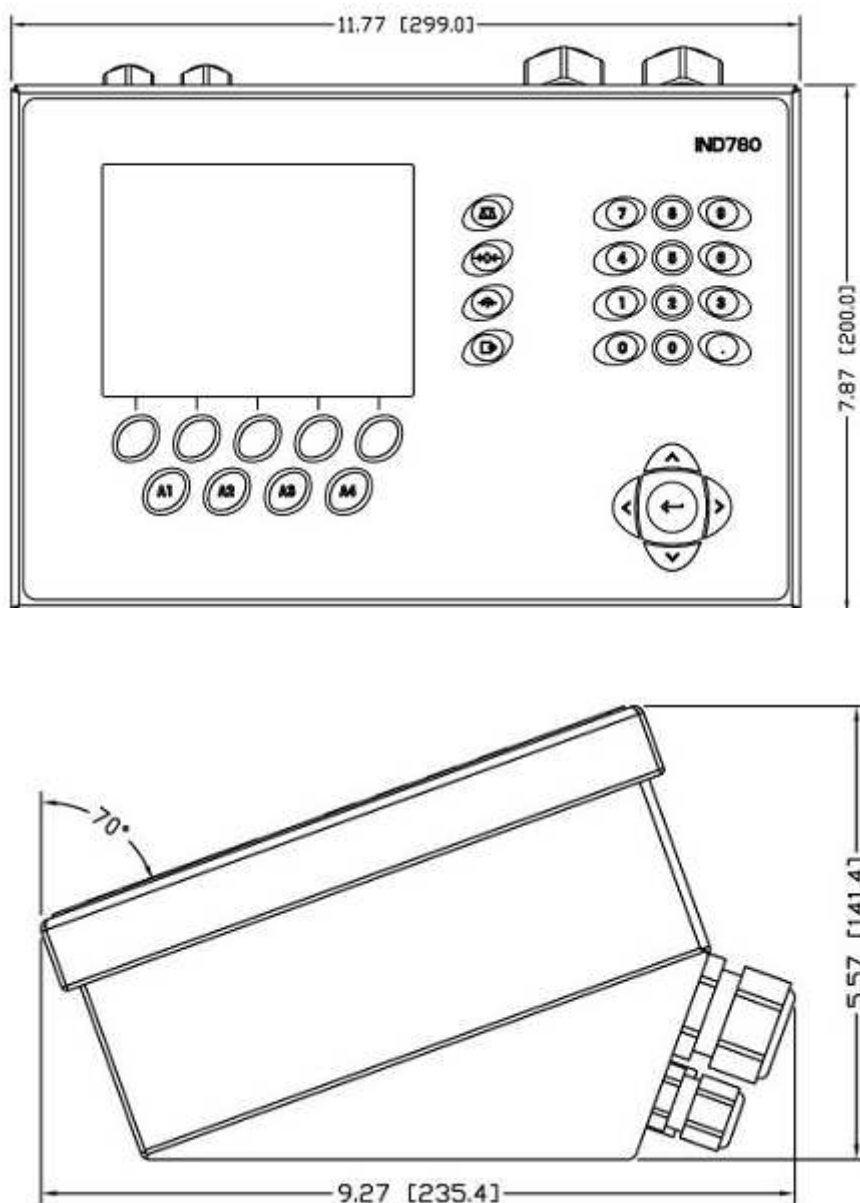
**Sección 2.-** Especificaciones del controlador IND780

**Sección 3.-** Tarjetas opcionales

**Sección 4.-** Conexiones rockwell (allen bradley) RIO

### DIMENSIONES DEL CONTROLADOR IND780

Las dimensiones físicas de la terminal IND780 para la caja de montaje en Escritorio/pared para ambientes adversos se muestran en las Figuras:



**Fig. 5. 1 Dimensiones del controlador.**

## ESPECIFICACIONES DEL CONTROLADOR IND780

<b>Especificaciones de la IND780</b>	
Tipo de caja	<p>Panel frontal de acero inoxidable para montaje en panel</p> <hr/> <p>Caja de acero inoxidable tipo 304 L para montaje en escritorio, pared o columna en ambientes adversos</p>
Dimensiones (l × a × p)	<p>Montaje en panel: 320 mm × 220 mm × 110 mm (12.6" × 8.7" × 4.3")</p> <hr/> <p>Ambientes adversos: 299 mm × 200 mm × 141 mm (11.8" × 7.9" × 5.6")</p>
Peso de transporte	5 kg (11 lb)
Protección ambiental	<p>El sello del panel frontal para montaje en panel proporciona protección tipo 4 y 12, comparable con la clasificación IP65.</p> <hr/> <p>En ambientes adversos cumple con los requisitos de IP69K</p>
Ambiente operativo	La terminal (ambos tipos de caja) puede operarse a temperaturas de -10° a 40° C (14° a 104°F) y de 10% a 95% de humedad relativa no condensante.
Áreas peligrosas	No todas las versiones de la IND780 pueden operarse en áreas clasificadas como peligrosas según el National Electrical Code (NEC) debido a las atmósferas combustibles o explosivas en esas áreas. Comuníquese con un representante autorizado METTLER TOLEDO para pedir información acerca de las aplicaciones en áreas peligrosas.
Energía eléctrica	<p>Opera entre 100-240 VAC, 49-61 Hz, 400 mA (ambos tipos de caja).</p> <hr/> <p>La versión para montaje en panel contiene una banda para conexiones con alimentación de AC.</p> <hr/> <p>La versión para ambientes adversos incluye un cable eléctrico configurado para el país donde se usa.</p> <hr/> <p><b>Nota:</b> Cuando se instala una terminal IND780 en un área clasificada como división 2 o zona 2/22, se deben considerar algunos procedimientos especiales de cableado para corriente alterna. Consulte el documento 64063214, <b>Guía de instalación IND780 división 2, zona 2/22.</b></p>

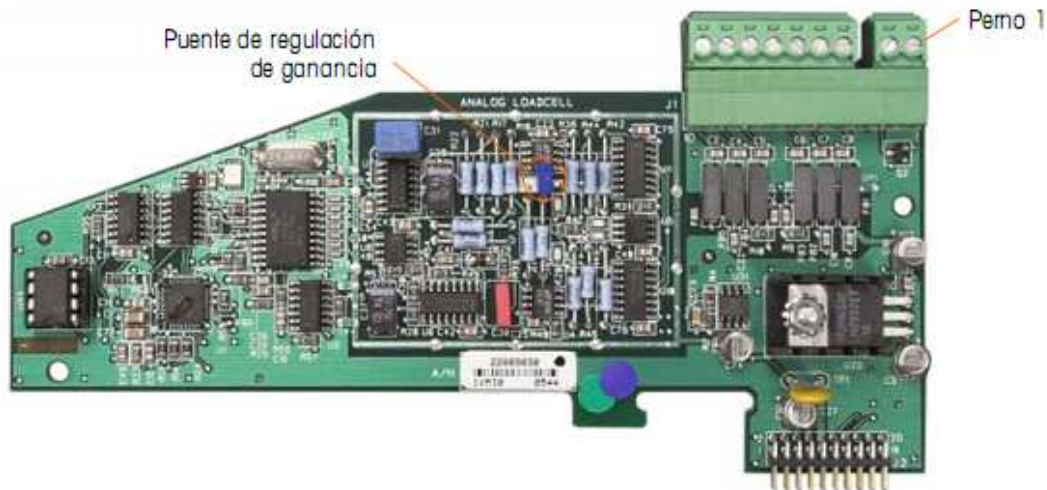
<b>Especificaciones de la IND780</b>	
Pantalla	LCD gráfica de 320 x 240 píxeles, TFT activo, con capacidad de mostrar el peso con caracteres de 34 mm de alto; presentación de canales múltiples alternos.
Pantalla de pesos	Resolución mostrada de 1,000,000 números para básculas de celdas de carga analógicas La resolución de pantalla para bases IDNet de alta precisión está determinada por la base específica usada
Tipos de básculas	Celdas de carga analógicas o Línea K de alta precisión, IDNet, (estándar tipo T-Brick), POWERCELL MTX, POWERCELL PDX, SICS
Número de celdas	Ocho celdas de carga de 350 ohmios (2 ó 3 mV/V) por canal analógico; (16) 350 $\Omega$ por terminal
Número de básculas	Interfase hasta para cuatro canales de báscula más una de suma
Velocidades de actualización analógica/digital	Interna: Analógica: >366 Hz IDNet: Determinada por la base POWERCELL MTX: determinada por la celda POWERCELL PDX: determinada por la celda Comparación de objetivos: 50 Hz Interfase PLC: 20 Hz
Voltaje de excitación de la celda de carga	10 VCD
Sensibilidad mínima	0.1 microvoltios
Teclado	30 teclas; película de poliéster (PET) de 1.22 mm de espesor con lentes de presentación visual de policarbonato
Comunicaciones	<b>Interfases seriales</b> Estándar: Dos puertos seriales COM1 (RS-232 y RS-232, RS-422, RS-485), 300 a 115,200 baudios; Ethernet 10/100 Base-T <b>Protocolo</b> Entradas seriales: Caracteres ASCII, señales ASCII para CTPZ (borrar, tara, imprimir, cero), SICS (la mayoría de señales nivel 0 y nivel 1) Salidas seriales: Continua o por demanda hasta con diez plantillas de impresión configurables o protocolo de hospedaje SICS, impresión de informes, interfase con módulos externos de entradas/salidas ARM100 y puente DeviceNet

Especificaciones de la IND780	
Aprobaciones	<p><b>Pesos y medidas</b>                      EE.UU.: NTEP CoC # 06-017                      Clase II, 100,000d                      Clase III, III, 10,000d                      Canadá: AM-5592                      Clase II 100,000d                      Clase III, 10,000 d y Clase IIIHD 20,000d                      Europa: TC6944                      Clase II, divisiones aprobadas determinadas por plataforma                      Clase III, III, 10,000 e</p> <p><b>Seguridad del producto</b>                      UL, cUL, CE</p>

**Tabla 12 Especificaciones del controlador ind780.**

## TARJETAS OPCIONALES

### CELDAS DE CARGA ANALOGICAS



**Fig. 5. 2 Tarjeta de celdas de carga analógica.**

Cuando use la IND780 con una o más celdas de carga analógicas, las conexiones de las celdas de carga se hacen en el conector que se encuentra en la tarjeta opcional para celdas de carga analógicas. El conector de siete posiciones es visible en la parte superior derecha en la Figura, con la conexión de salida discontinua de dos posiciones de la tarjeta junta a él. Observe que para mayor claridad el casquillo de la tarjeta se muestra con dos conectores (no cableados) enchufados en él.

Las tarjetas para celdas de carga analógicas pueden colocarse en cualquier Ranura de la 1 a la 4, para un total de cuatro básculas. La IND780 puede Funcionar hasta con 16 celdas de carga.

La terminal IND780 está diseñada para energizar hasta ocho celdas de carga de 350 ohmios (o una resistencia mínima de aproximadamente 43 ohmios) por Tarjeta.



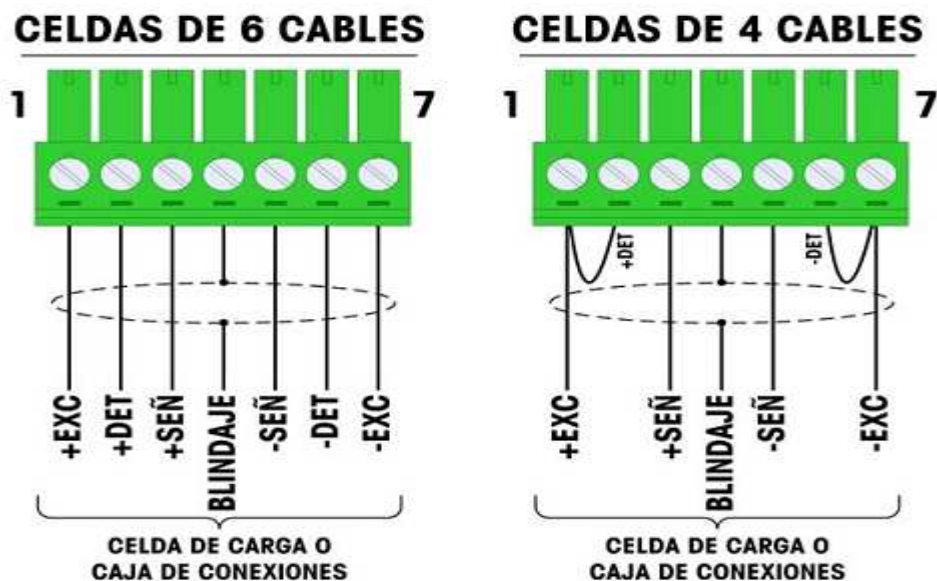


Fig. 5. 3 Conexiones de las celdas de carga.

### CONEXIONES ROCKWELL (ALLEN BRADLEY) RIO

Las conexiones para la opción remota de E/S (RIO) se hacen con un conector de terminal de tres clavijas en la opción RIO. La conexión debe cablearse como se muestra en la Figura.

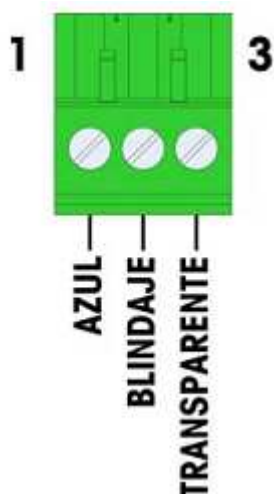


Fig. 5. 4 Conexiones rio.

El número de parte para el cable de E/S remotas es Belden 9463. Algunas veces se le conoce como cable "manguera azul".

La Figura muestra el módulo de interface de PLC RIO, con su conector en el ángulo superior derecho.



**Fig. 5. 5 Tarjeta de interface rio.**

# ANEXO 6

---

## SENSORES

**Sección 1.-** Especificaciones sensores de nivel

**Sección 2.-** Dimensiones sensores de nivel

## SENSORES DE NIVEL

### Side-Mounted Switches

MODEL	With SLOSH SHIELD	DWG NO.	FLOAT MATL	STEM MATL	MAX TEMP (CELSIUS)	MAX PSIG	FLOAT SG	NOMINAL VA	LEAD WIRES	** APPROVALS
M5900*	-	11	316SS	316SS	200°	300	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	A,B,C,D,E
M5910*	-	13	316SS	316SS	200°	300	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	A,B,C,D,E
M5920*	-	12	316SS	316SS	200°	300	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	A,B,C,D,E,I
M5970	-	14	316SS	316SS	200°	100	0.70	30	22 ga. Teflon 24"	A,B,C,D
M5010	MS5010	15	316SS	316SS	200°	300	0.70	30	22 ga. Teflon 24"	A,B,C,D

\* Available with extended stem length, see drawing No. 19. Consult factory for appropriate model number.

MODEL	SLOSH SHIELD	DWG NO.	FLOAT MATL	STEM MATL	MAX TEMP (CELSIUS)	MAX PSIG	FLOAT SG	NOMINAL VA	LEAD WIRES	OUTER THREAD
M3827-1	-	16	316SS	316SS	200°	50	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	1/2-13 Bulkhead
M3827-2	-	17	316SS	316SS	200°	50	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	1/2 NPT
M3827-3	-	18	316SS	316SS	200°	50	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	1/8 NPT
M3827-1NO	-	-	316SS	316SS	200°	50	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	1/2-13 Bulkhead
M3827-2NO	-	-	316SS	316SS	200°	50	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	1/2 NPT
M3827-3NO	-	-	316SS	316SS	200°	50	0.60	30	22 ga. Teflon 24"	1/8 NPT

Tabla 13 Especificaciones sensores de nivel.

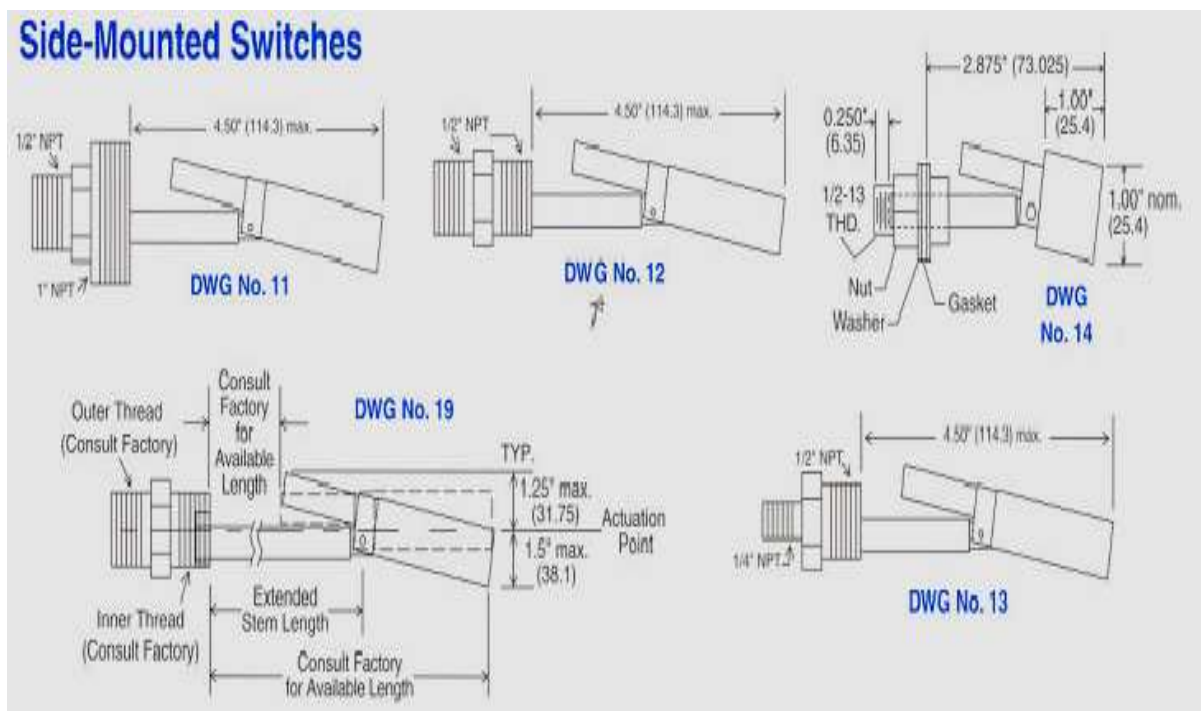


Fig. 5. 6 Dimensiones de los sensores de nivel.

# ANEXO 7

---

## INDICE DE TABLAS Y CARTAS

- CAR .3.1** Largo equivalente de accesorios y válvulas (Crane Company).
- CAR .3.2** Factor de fricción de fluidos laminares y turbulentos.(Diagrama de Moody)
- T-1.** Numero de Reynolds.
- T-2.** Rugosidad absoluta de tuberías nuevas de distintos materiales.
- T-3.** Selección de bombas por altura manométrica o presión.
- T-4.** Selección de bombas por Capacidad.
- T-5.** Selección de bombas por características de la aspiración
- T-6.** Selección de bombas por capacidad y por altura.
- T-7.** Selección de bombas por tipo de fluidos.
- T-8.** Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna
- T-9.** Letras de código indicadores para rotor bloqueado
- T-10.** Capacidad máxima de conductores tetra polares.
- T-11.** Ajuste de dispositivos de protección de los motores.
- T-12.** Capacidad máxima de conductores aislados

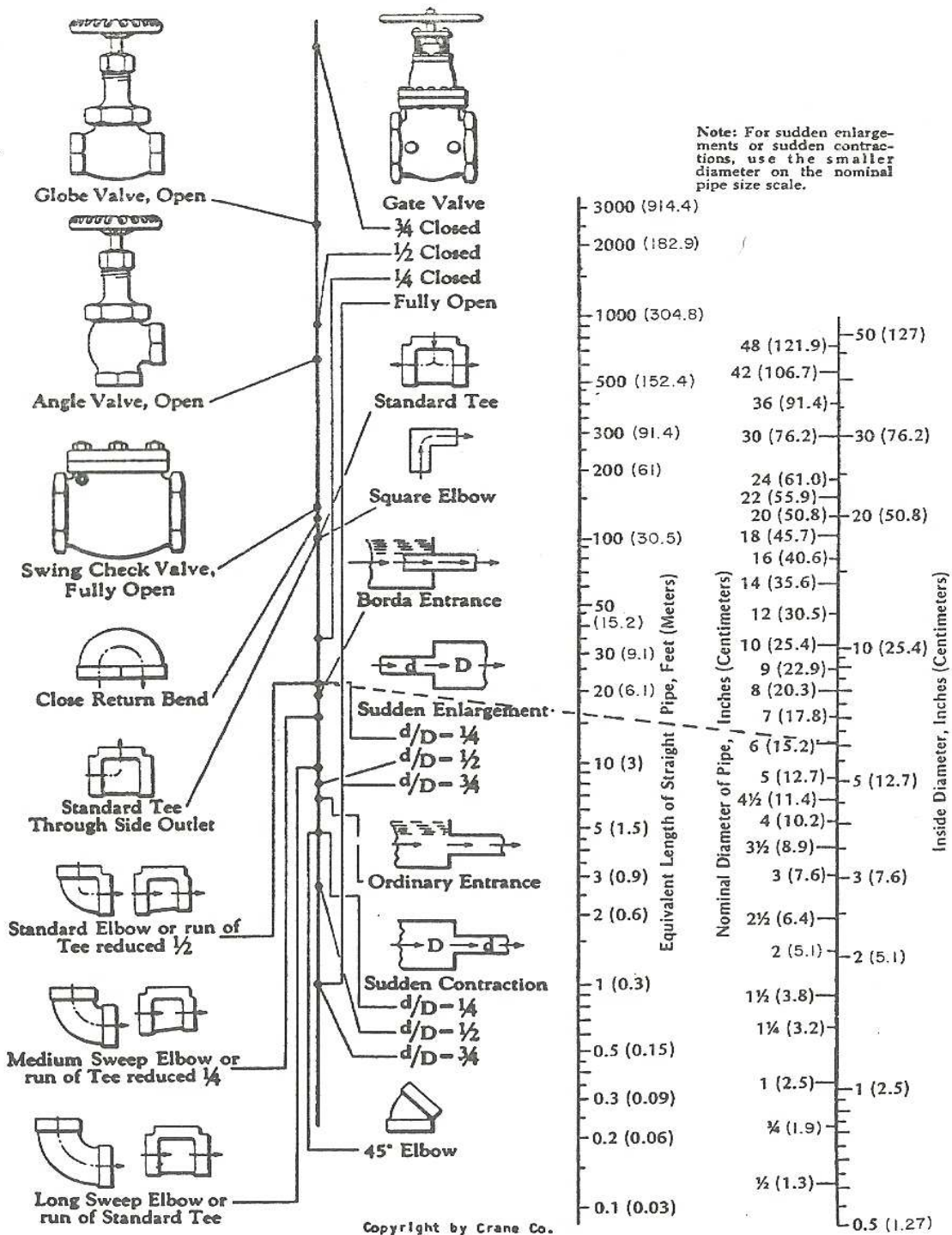


FIG .3.2 Largo equivalente de accesorios y válvulas (Crane Company).

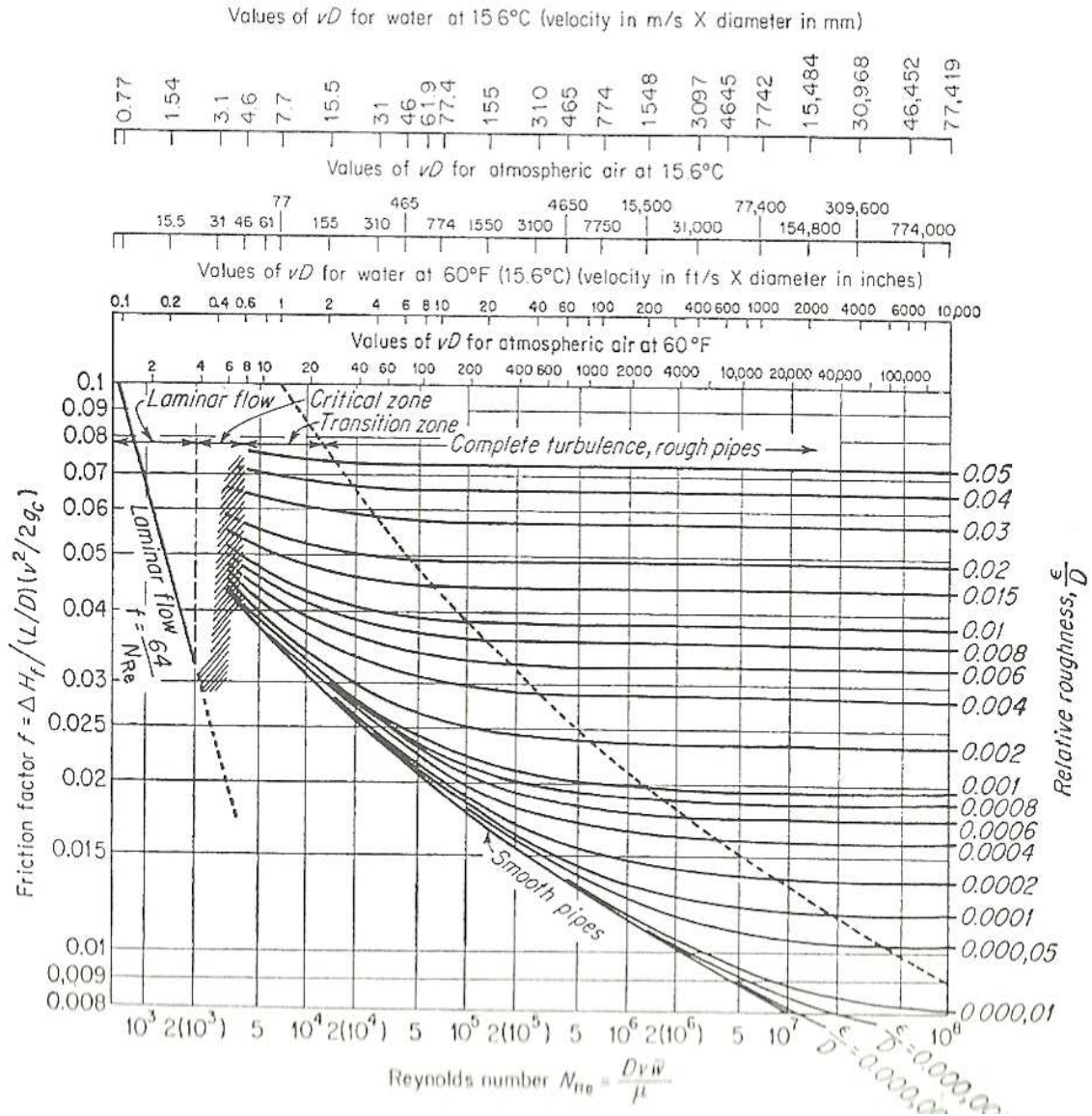


FIG .3.3 Factor de fricción de fluidos laminares y turbulentos.(Diagrama de Moody)

NUMERO DE REYNOLDS						
NUMERO DE REYNOLDS R	NUMERADOR			DENOMINADOR		
	COEFICIENTE	PRIMER SIMBOLO	SEGUNDO SIMBOLO	TERCER SIMBOLO	CUARTO SIMBOLO	QUINTO SIMBOLO
Dvp/u	....	Ft	ft/s	lb/ft3	lb mass/(ft.s)	
124dvp/z	124	In	ft/s	lb/ft3	cp	
50.7Gp/dz	50.7	gal/min	lb/ft3	....	in	Cst
6.32W/dz	6.32	lb/h	....	....	in	Cst
35.5Bp/dz	35.5	bbl/h	lb/ft3	....	in	Cst
7742dv/k	7742	In	ft/s	....	....	Cst
3162G/dk	3162	gal/min	....	....	in	Cst
2214B/dk	2214	bbl/h	....	....	in	Cst
22735qp/dz	22735	ft3/s	lb/ft3	....	in	Cst
378.9Qp/dz	378.9	ft3/min	lb/ft3	....	in	Cst

### T-1. Numero de Reynolds.

RUGOSIDAD ABSOLUTA		
SUPERFICIE DE TUBERIAS NUEVAS	RUGOSIDAD ABSOLUTA E	
	FT	MM
VIDRIO,LATON,COBRE	NINGUNA	NINGUNA
HIERRO FORJADO	0.00015	0.05
HIERRO ASFALTADO	0.0004	0.12
HIERRO GALVANIZADO	0.0005	0.15
HIERRO FUNDIDO	0.00085	0.26
MADERA	0.0006-0.0003	0.18-0.91
CONCRETO	0.001-0.01	0.3-3.05
ACERO REMACHADO	0.003-0.03	0.91-9.14
PVC	0.000005	0.0015

### T-2. Rugosidad absoluta de tuberías nuevas de distintos materiales.



TIPO DE BOMBA	ALTURA					OBSERVACIONES
	MUY POCA	POCA	MODERADA	GRANDE	MUY GRANDE	
Centrifuga mono etapa	x	x	X	x		Hasta 400-500 pies máximo
Centrifuga dos etapas			X	x		Hasta la max alcanzable
Centrifuga etapas múltiples				x	X	
Centrifuga autocebante	x	x	X	x		Hasta 200 pies
Regeneradora mono etapa	x	x	X			Hasta 300 pies
Regeneradora de etapas múltiples			X	x		Hasta 700 pies
Flujo mixto	x	x	X			Hasta 150 pies
Flujo axial	x	x				2 a 4 pies
De sondeo sumergible			X	x	X	Hasta 1200 pies según numero de etapas
De sondeo inmersible			X	x	X	Hasta 1500 pies según numero de etapas
Sumergible portátil	x	x				
Inmersible portátil	x	x				
Alternativa de pistones		x	X	x		
Alternativa de embolo			X	x	X	Hasta 20000 psi
Alternativa de acción directa			X	x		
De pistones radiales			X	x	X	Hasta 10000 psi
De engranajes		x	X	x		
De paletas	x	x	X			
De tornillos			X	x		
De diafragma	x	x				
Peristáltica	x	x				
De paletas flexibles	x	x				Hasta 150 psi
Eyectoras o de chorro		x				

**T-3. Selección de bombas por altura manométrica o presión.**

TIPO DE BOMBA	CAPACIDAD					OBSERVACIONES
	MUY PEQUEÑA	PEQUEÑA	MODERADA	ELEVADA	MUY ELEVADA	
Centrifuga mono etapa	x	x	x	x	x	Típico hasta 50000 gpm
Centrifuga dos etapas		x	x	x		Típico de 10 a 5000 gpm
Centrifuga etapas múltiples		x	x	x		Típico de 10 a 5000 gpm
Centrifuga autocebante		x	x			Típico de 1 a 1500 gpm
Regeneradora mono etapa		x	x			Típico de 1 a 200 gpm
Flujo mixto			x	x	x	
Flujo axial				x	x	hasta la máxima alcanzable
De sondeo sumergible			x			Hasta 30000 gpm
De sondeo inmersilla				x	x	Hasta 30000 gpm
Inmersible portátil		x	x			
Alternativa de pistones		x	x	x		Modelos de uno a varios cilindros
Alternativa de embolo	x					Bombas de pequeño diámetro y gran presión.
Alternativa de acción directa			x	x		Simplex o Dúplex
De pistones radiales	x					Bombas de pequeño diámetro y gran presión.
De engranajes	x	x				
De paletas	x	x	x			
De tornillos		x	x	x		Bajas velocidades
De diafragma	x	x	x			
Peristáltica	x	x				
De paletas flexibles	x	x				máximo usual 50 gpm
Eyectoras o de chorro	x	x	x			Accionados por vapor o por agua

#### T-4. Selección de bombas por Capacidad.

TIPO DE BOMBA	Aspiración máxima pies	Autocebantes	OBSERVACIONES
Centrífuga mono etapa	27	no	15 pies como máximo típico que disminuye al aumentar la velocidad
Centrífuga dos etapas	27	no	15 pies como máximo típico
Centrífuga etapas múltiples	27	no	15 pies como máximo típico
Centrífuga autocebante	27	si	15 pies como máximo típico
Regeneradora mono etapa	27	si	15 pies como máximo típico
Flujo mixto	15	no	15 pies como máximo típico
Flujo axial		no	En general muy poca altura
De sondeo sumergible		si	En inmersión
De sondeo inmersible		si	En inmersión
Inmersible /sumergible		si	En inmersión
Alternativa de pistones	27	si	22 pies máximo típico
Alternativa de embolo	27	si	22 pies máximo típico
Alternativa de acción directa	27	si	22 pies máximo típico
De pistones radiales	27	si	
De engranajes radiales	5 pies típico	si en húmedo	En general muy limitada se recomienda aspiración inundada
De paletas radiales	6 pies típico	si a ciertas velocidades	Se autoceba a grandes velocidades
De rotor lobular radial		no	Depende de la forma del rotor
De tornillos radial		x	
De diafragma radial	27	si	
Peristáltica radial	25	si	
De paletas flexibles	15	si en húmedo	
Eyectoras o de chorro	25	si	

**T-5. Selección de bombas por características de la aspiración.**

TIPO DE BOMBA	Poca capacidad		Capacidad media		Capacidad media	
	poca altura	gran altura	poca altura	gran altura	poca altura	gran altura
Centrifuga mono etapa	x	X	x	X	X	
Centrifuga dos etapas			x	X	X	X
Centrifuga etapas múltiples			x	X	X	X
Centrifuga autocebante		X	x	X		
Regeneradora mono etapa		X	x			
Regeneradora etapas múltiples			x	X		
Flujo mixto					X	X
Flujo axial					X	
De sondeo sumergible		X		X		X
De sondeo inmersible		X		X		X
Inmersible portátil	x	X	x			
Sumergible portátil	x	X	x			
Alternativa de pistones			x	X	X	X
Alternativa de embolo		X				
De pistones radiales				X		
De engranajes		X	x	X		
De paletas	x	X	x			
De tornillos			x	X	X	X
De diafragma	x		x			
Peristáltica	x		x			
De paletas flexibles	x					
Eyectoras o de chorro			x		X	

**T-6. Selección de bombas por capacidad y por altura.**

TIPO DE BOMBA	Fluidos limpios				Fluidos contaminados				Pastas y grasas	Pulpas	Fluidos sensibles
	Agua y solución acuosa	Aceites	Fluidos viscosos	Fluidos muy viscosos	Sólidos blandos y lodos	Sólidos fibra y efluentes	Sólidos abrasivos	Sólidos densos			
Centrifuga	x	x	L		L	L					
Centrifuga Inobstruible	x	x			X	x	L			x	
Centrifuga Revestida	x	x			X		X	L		x	
Centrifuga etapas múltiples	x	x									
Centrifuga autocebante	x	x			L						
Regeneradora mono etapa	x	x									
Flujo mixto	x	x			L						
Flujo axial	x	x			L						
De sondeo sumergible											
Sumergible portátil											
Alternativa de pistones	x	x	x	L	L	L			L	L	L
Alternativa de embolo	x	x	x	L	L						
Alternativa de acción directa	x	x	x								
De pistones radiales	x	x	L								
De engranajes	L	x	x	X	L				x		L
De paletas	x	x	x	X	L				x	L	L
De tornillos	L	x	x	X	X	x	L		x	x	x
De diafragma	x	x	x	X	X	x	X	L	x	x	x
Peristáltica	x	x	x	X	X	L	X	L	x	x	x
De paletas flexibles	x	x	L		L		L		x	L	L
Eyectoras o de chorro	x										

**T-7. Selección de bombas por tipo de fluidos.**

CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES TRIFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA											
Motor de inducción con rotor a jaula de ardilla y rotor bobinado amperios							Motor sincrónico de factor de potencia 1** amperios				
HP	115V	208V	230V	460V	575V	2300V	208V	220V	440V	550V	2300V
1/2	4	2,1	2	1	0,8						
3/4	5,6	3	2,8	1,4	1,1						
1	7,2	4	3,6	1,8	1,4						
1 1/2	10,4	5,6	5,2	2,6	2,1						
2	13,6	7,4	6,8	3,4	2,7						
3		10,6	9,6	4,8	3,9						
5		16,8	15,2	7,6	6,1						
7 1/2		24,4	22	11	9						
10		30	28	14	11						
15		46	42	21	17						
20		60	54	27	22						
25		74	68	34	27		58	54	27	22	
30		88	80	40	32		70	65	33	26	
40		114	104	52	41		92	86	43	35	
50		142	130	65	52		114	108	54	44	
60		170	154	77	62	10	136	128	64	51	12
75		212	192	96	77	20	170	161	81	65	15
100		272	246	124	99	26	224	211	106	85	20
125		344	312	156	125	31	280	264	132	106	25
150		398	360	180	144	37			156	127	30
200		528	480	240	192	49			210	168	40
<p>Para corrientes a plena carga de motores de 200v .Incrementese la corriente a plena carga correspondiente al motor de 230v en un 15 %.</p> <p>Estos valores de corriente a plena carga se refieren a motores que funcionan a velocidades usuales con transmisiones por correas y con características normales de par .Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o para pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes en marcha y los motores de velocidades múltiples tendrán la corriente a plena carga que varia con la velocidad, en cuyos casos se empleara la corriente nominal de la placa de características.</p> <p>Para factores de potencia de 90 y el 80%, las cantidades anteriores multiplicarse por 1,1 y 1, 25, respectivamente. Las tensiones indicadas son las tensiones nominales de los motores .Las corrientes indicadas corresponden a sistemas con bandas de tensiones de :110 a 120,200,220,240,410,440,480,550,600 voltios.</p>											

**T-8. Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna**

LETRAS DE CODIGO INDICADORAS DE KVA/HP CON ROTOR BLOQUEADO			
Letra de código		kva por HP con rotor bloqueado	
A		0	3,14
B		3,15	3,54
C		3,55	3,99
D		4	4,49
E		4,5	4,99
F		5	5,59
G		5,6	6,29
H		6,3	7,09
J		7,1	7,99
K		8	8,99
L		9	9,99
M		10	11,19
N		11,2	12,49
P		12,5	13,99
R		14	15,99
S		16	17,99
T		18	19,99
U		20	22,39
V		22,4	

**T-9. Letras de código indicadores para rotor bloqueado.**

CAPACIDAD MAXIMA DE CONDUCTORES TETRAPOLARES								
Conductor				Espesor de aislamiento	Espesor Chaqueta	Diámetro exterior Aprox	Peso total Aprox	Capacidad
Sección Aprox	Calibre	Diámetro Aprox	Peso Aprox					
mm <sup>2</sup>	AWG	Mm	kg/km	Mm	mm	mm	kg/km	Amp
<b>TETRAPOLAR</b>								
4x0,83	4x18 flex	4x1,22	39,56	0,76	1,14	8,9	115,43	5,6
4x1,3	4x16	4x1,52	48,47	0,76	1,14	9,6	145,16	8
4x2,1	4x14 sol	4x1,63	75,28	1,14	1,14	11,7	208,71	12
4x2,1	4x14flex	4x1,98	77,11	1,14	1,14	12,6	232,75	12
4x3,3	4x12sol	4x2,05	120,24	1,14	1,14	12,7	281,21	16
4x3,3	4x12flex	4x2,57	122,44	1,14	1,52	14,8	345,56	16
4x5,3	4x10sol	4x2,59	190,82	1,14	1,52	15,8	437,18	20
4x5,4	4x10flex	4x3,20	194,62	1,14	1,52	17,3	492,43	20
4x8,4	4x8	4x3,69	309,67	1,52	1,52	20,3	716,53	28
4x13,3	4x6	4x4,65	489,6	1,52	2,03	23,6	1032,1	36
4x21,1	4x4	4x5,88	782,54	1,52	2,03	26,6	1440,5	48

**T-10. Capacidad máxima de conductores tetra polares.**

AJUSTE DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE LOS CIRCUITOS RAMALES DE MOTORES				
Tipo de motor	Porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusibles sin retardo de tiempo	Fusibles de dos elementos	Interruptores automáticos tipo instantáneo	Interruptores automáticos de tiempo inverso
<b>motores monofásicos de todos los tipos, sin letra de código</b>	300	175	700	250
<b>Todos los motores de C.A. monofasicos, polifasicos de jaula de ardilla y sincrónicos (+) de arranque directo con resistencias o reactancias:</b>				
Sin letra de código	300	175	700	250
Letra de código F a V	300	175	700	250
Letra de código B a E	250	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150

**T-11. Ajuste de dispositivos de protección de los motores.**



CAPACIDAD MAXIMA DE CONDUCTORES AISLADOS 0-2000 VOLTIOS, 60° A 90°c									
No mas de tres conductores en Canalización o cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30°c 86 f									
Calibre	Temperatura de trabajo del conductor								Calibre
AWG MCM	60°c (140°f)	75°c (167°f)	85°c (185°f)	90°c (194°f)	60°c (140°f)	75°c (167°f)	85°c (185°f)	90°c (194°f)	AWG MCM
	RUW, T,TW, UF	FEPW,RH,R HW,RUH,TH W,THWN,XH WW,USE,ZW	V,MI	TA,TBS,SA ,AVB,SIS,F EP,FEPB,R HH,THHN,X HHW.	RUW,T, TW,UF	RH,RH W,RUH, THW,TH WN,XH HW,US E	V,MI	TA,TBS,S A,AVB,SI S,RHH,TH HNXHHW	
	Cobre				Aluminio o aluminio cobrizado				
18				21					
16			22	22					
14	15	15	25	25					
12	20	20	30	30	15	15	25	25	12
10	30	30	40	40	25	25	30	30	10
8	40	45	50	50	30	40	40	40	8
6	55	65	70	70	40	50	55	55	6
4	70	85	90	90	55	65	70	70	4
3	80	100	105	105	65	75	80	80	3
2	95	115	120	120	75	90	95	95	2
1	110	130	140	140	85	100	110	110	1
0	125	150	155	155	100	120	125	125	0
00	145	175	185	185	115	135	145	145	00
000	165	200	210	210	130	155	165	165	000
0000	195	230	235	235	155	180	185	185	0000
250	215	255	270	270	170	205	215	215	250
300	240	285	300	300	190	230	240	240	300
350	260	310	325	325	210	250	260	260	350
400	280	335	360	360	225	270	290	290	400
500	320	380	405	405	290	310	330	330	500
600	355	420	455	455	285	340	370	370	600
700	385	460	490	490	310	375	395	395	700
750	400	475	500	500	320	385	405	405	750
800	410	490	515	515	330	395	415	415	800
900	435	520	555	555	355	425	455	455	900
1000	455	545	585	585	375	445	480	480	1000
1250	495	590	645	645	405	485	530	530	1250
1500	520	625	700	700	435	520	580	580	1500
1750	545	650	735	735	455	545	615	615	1750
2000	560	665	775	775	470	560	650	650	2000
Factores de corrección									
Ambiente °c	Para temperaturas sobre 30°c, multiplique las ampacidades indicadas arriba por el factor de corrección para determinar la máxima corriente permisible.							Temp. Ambiente °f	
31-40	.82	.88	.90	.91	.82	.88	.90	.91	86-104
41-50	.58	.75	.80	.82	.58	.75	.80	.82	105-122
51-60		.58	.67	.71		.58	.67	.71	123-141
61-70		.35	.52	.58		.35	.52	.58	142-158
71-80			.35	.41			.30	.41	159-176
La capacidad de carga y la protección de sobre corriente para estos conductores no debe exceder 15 amp, para el 14 awg,20 amp,para el 12 awg, 30 amp, para el 10 awg, de cobre,a 15 amp para el 12 awg y 25 amp para el 10 awg de aluminio o aluminio cobrizado.									
Para locales secos solamente,ver columna de 75°c par a locales húmedos.									

**T-12. Capacidad máxima de conductores aislados.**



# ANEXO 9

---

## **REPORTE CONSUMO DE INGREDIENTES**

Reportes consumo de ingredientes sistema implementado.  
Aforos sistema de líquidos antiguo.

**REPORTE CONSUMO DE INGREDIENTES  
MACROS**

Monday, 2011-09-05

7:37:47

FECHA INICIAL: 2011-06-18 00:00:00 FECHA FINAL: 2011-08-23 23:59:00

INGREDIENTE	ORDEN INTOUCH	PESO TEÓRICO	PESO REAL	DIFERENCIA	%
ACEITE DE PALMISTE	449840	65,7	65,7	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449840	65,7	65,7	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449840	18	18,2	-0,2	-1,11%
ACEITE DE PALMISTE	449840	18	18,2	-0,2	-1,11%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	18	18	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%
ACEITE DE PALMISTE	449841	64,8	64,8	0	0,00%















ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449813	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449815	64,46	63,8	0,66	1,02%
ACEITE DE PALMA	449815	64,46	63,7	0,76	1,18%
ACEITE DE PALMA	449815	64,46	63,7	0,76	1,18%
ACEITE DE PALMA	449815	64,46	63,6	0,86	1,33%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449835	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449850	127,25	125	2,25	1,77%
ACEITE DE PALMA	449850	127,25	125	2,25	1,77%
ACEITE DE PALMA	449850	127,25	125	2,25	1,77%
ACEITE DE PALMA	449850	127,25	124,9	2,35	1,85%
ACEITE DE PALMA	449850	127,25	124,9	2,35	1,85%
ACEITE DE PALMA	449863	127,25	124,1	3,15	2,48%
ACEITE DE PALMA	449863	127,25	124,1	3,15	2,48%
ACEITE DE PALMA	449863	127,25	124,1	3,15	2,48%
ACEITE DE PALMA	449863	127,25	124	3,25	2,55%
ACEITE DE PALMA	449863	127,25	124	3,25	2,55%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%

ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449903	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449946	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	449946	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450025	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450025	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450025	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450025	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450025	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450055	127,25	127,1	0,15	0,12%
ACEITE DE PALMA	450055	127,25	126,7	0,55	0,43%
ACEITE DE PALMA	450055	127,25	126,6	0,65	0,51%
ACEITE DE PALMA	450055	127,25	126,5	0,75	0,59%
ACEITE DE PALMA	450055	127,25	126,1	1,15	0,90%
ACEITE DE PALMA	450056	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450056	86,22	86,22	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450079	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450079	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450079	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450079	32	32	0	0,00%
ACEITE DE PALMA	450079	32	32	0	0,00%
MELAZA	449899	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	449899	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	449899	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	449899	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	449899	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	449899	80	77,3	2,7	3,38%
MELAZA	449899	80	77,6	2,4	3,00%
MELAZA	449900	80	77,3	2,7	3,38%
MELAZA	449900	80	77,3	2,7	3,38%
MELAZA	449902	96	93,6	2,4	2,50%
MELAZA	449903	40	37,6	2,4	6,00%
MELAZA	449905	64	60,8	3,2	5,00%
MELAZA	449905	64	60,8	3,2	5,00%
MELAZA	449905	64	60,8	3,2	5,00%
MELAZA	449905	64	60,8	3,2	5,00%
MELAZA	449905	64	60,8	3,2	5,00%
MELAZA	449905	64	60,8	3,2	5,00%
MELAZA	449905	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	449905	64	61,3	2,7	4,22%





MELAZA	449978	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	449978	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	449978	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	449990	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	449990	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	449990	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	449991	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	450002	36	33,6	2,4	6,67%
MELAZA	450002	36	33,6	2,4	6,67%
MELAZA	450002	36	33,6	2,4	6,67%
MELAZA	450002	36	33,6	2,4	6,67%
MELAZA	450004	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450004	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450004	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450009	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450011	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450011	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450011	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450011	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450011	18	15,6	2,4	13,33%
MELAZA	450018	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450018	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450018	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450019	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450019	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450019	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450019	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450019	64	61,3	2,7	4,22%
MELAZA	450019	64	61,6	2,4	3,75%
MELAZA	450023	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	450023	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	450023	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	450023	80	76,8	3,2	4,00%
MELAZA	450023	80	77,3	2,7	3,38%
MELAZA	450028	67,5	64,3	3,2	4,74%
MELAZA	450028	67,5	65,8	1,7	2,52%
MELAZA	450029	67,5	64,8	2,7	4,00%
MELAZA	450032	36	33,6	2,4	6,67%
MELAZA	450036	36	35,3	0,7	1,94%
MELAZA	450038	36	34,3	1,7	4,72%
MELAZA	450038	36	34,3	1,7	4,72%
MELAZA	450058	54,4	52,7	1,7	3,13%
MELAZA	450058	54,4	52,7	1,7	3,13%
MELAZA	450058	54,4	52,7	1,7	3,13%
MELAZA	450058	54,4	52,7	1,7	3,13%





MELAZA	450082	80	77,3	2,7	3,38%
MELAZA	450082	80	77,6	2,4	3,00%
MELAZA	450082	80	77,6	2,4	3,00%
ALIMET	449765	1,31	1,44	-0,13	-9,92%
ALIMET	449775	3,12	3,24	-0,12	-3,85%
ALIMET	449775	3,12	3,26	-0,14	-4,49%
ALIMET	449775	3,12	3,3	-0,18	-5,77%
ALIMET	449775	3,12	3,3	-0,18	-5,77%
ALIMET	449775	3,12	3,3	-0,18	-5,77%
ALIMET	449792	2,29	2,42	-0,13	-5,68%
ALIMET	449792	2,29	2,44	-0,15	-6,55%
ALIMET	449792	2,29	2,46	-0,17	-7,42%
ALIMET	449792	2,29	2,46	-0,17	-7,42%
ALIMET	449792	2,29	2,46	-0,17	-7,42%
ALIMET	449792	2,29	2,48	-0,19	-8,30%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449817	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449850	4,16	4,34	-0,18	-4,33%
ALIMET	449850	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	449850	4,16	4,38	-0,22	-5,29%
ALIMET	449850	4,16	4,38	-0,22	-5,29%
ALIMET	449850	4,16	4,38	-0,22	-5,29%
ALIMET	449858	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449858	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449858	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%

ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	449858	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	449863	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	449863	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	449863	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	449863	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	449863	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449868	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449869	1,31	1,46	-0,15	-11,45%
ALIMET	449869	1,31	1,46	-0,15	-11,45%
ALIMET	449869	1,31	1,48	-0,17	-12,98%
ALIMET	449869	1,31	1,5	-0,19	-14,50%
ALIMET	449869	1,31	1,52	-0,21	-16,03%
ALIMET	449906	9,87	10,04	-0,17	-1,72%
ALIMET	449906	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449906	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449906	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449906	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449906	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449906	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449906	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449906	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449906	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	449917	9,87	10,04	-0,17	-1,72%
ALIMET	449917	9,87	10,04	-0,17	-1,72%
ALIMET	449917	9,87	10,04	-0,17	-1,72%
ALIMET	449917	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449917	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449917	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449917	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449917	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449917	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449917	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449917	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449918	5,63	5,8	-0,17	-3,02%
ALIMET	449918	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449918	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449918	5,63	5,82	-0,19	-3,37%

ALIMET	449918	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449918	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449943	9,87	10	-0,13	-1,32%
ALIMET	449943	9,87	10,02	-0,15	-1,52%
ALIMET	449943	9,87	10,02	-0,15	-1,52%
ALIMET	449943	9,87	10,04	-0,17	-1,72%
ALIMET	449943	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449943	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449943	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449943	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	449943	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449943	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	449944	5,63	5,8	-0,17	-3,02%
ALIMET	449944	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449944	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449944	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449944	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449944	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	449944	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449944	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	449944	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	449948	6,67	6,88	-0,21	-3,15%
ALIMET	449948	6,67	6,9	-0,23	-3,45%
ALIMET	449955	1,31	1,46	-0,15	-11,45%
ALIMET	449955	1,31	1,46	-0,15	-11,45%
ALIMET	449955	1,31	1,48	-0,17	-12,98%
ALIMET	449955	1,31	1,5	-0,19	-14,50%
ALIMET	449955	1,31	1,5	-0,19	-14,50%
ALIMET	450010	9,87	9,94	-0,07	-0,71%
ALIMET	450010	9,87	9,98	-0,11	-1,11%
ALIMET	450010	9,87	10	-0,13	-1,32%
ALIMET	450010	9,87	10,02	-0,15	-1,52%
ALIMET	450010	9,87	10,02	-0,15	-1,52%
ALIMET	450010	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	450010	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450010	9,87	10,14	-0,27	-2,74%
ALIMET	450010	9,87	10,14	-0,27	-2,74%
ALIMET	450010	9,87	10,16	-0,29	-2,94%
ALIMET	450045	6,67	6,86	-0,19	-2,85%
ALIMET	450045	6,67	6,92	-0,25	-3,75%
ALIMET	450048	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	450048	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	450048	5,63	5,82	-0,19	-3,37%
ALIMET	450048	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	450048	5,63	5,84	-0,21	-3,73%

ALIMET	450048	5,63	5,84	-0,21	-3,73%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,86	-0,23	-4,09%
ALIMET	450048	5,63	5,88	-0,25	-4,44%
ALIMET	450048	5,63	5,88	-0,25	-4,44%
ALIMET	450048	5,63	5,88	-0,25	-4,44%
ALIMET	450048	5,63	5,88	-0,25	-4,44%
ALIMET	450048	5,63	5,88	-0,25	-4,44%
ALIMET	450052	9,87	10,06	-0,19	-1,93%
ALIMET	450052	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	450052	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	450052	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	450052	9,87	10,08	-0,21	-2,13%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,1	-0,23	-2,33%
ALIMET	450052	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	450052	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	450052	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	450052	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	450052	9,87	10,12	-0,25	-2,53%
ALIMET	450055	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	450055	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	450055	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	450055	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
ALIMET	450055	4,16	4,36	-0,2	-4,81%
COLINA	449929	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	449959	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	449969	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	449989	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	449992	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	449993	2,34	2,32	0,02	0,85%
COLINA	449996	1,8	1,78	0,02	1,11%
COLINA	450003	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	450004	0,72	0,7	0,02	2,78%
COLINA	450028	5,57	5,42	0,15	2,69%

COLINA	450028	5,57	5,42	0,15	2,69%
COLINA	450028	5,57	5,42	0,15	2,69%
COLINA	450028	5,57	5,42	0,15	2,69%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,06	0,15	4,67%
LUCTAMOLD	449813	3,21	3,06	0,15	4,67%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,08	0,13	4,05%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,08	0,13	4,05%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,08	0,13	4,05%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,08	0,13	4,05%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,08	0,13	4,05%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,1	0,11	3,43%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,1	0,11	3,43%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,1	0,11	3,43%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,1	0,11	3,43%
LUCTAMOLD	449903	3,21	3,1	0,11	3,43%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,22	0,14	5,93%
LUCTAMOLD	449908	2,36	2,22	0,14	5,93%
LUCTAMOLD	449911	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449911	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449911	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449911	2,36	2,2	0,16	6,78%

LUCTAMOLD	449911	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449911	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	449913	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449913	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449913	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449913	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449913	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	449913	2,36	2,18	0,18	7,63%
LUCTAMOLD	450025	3,21	3,02	0,19	5,92%
LUCTAMOLD	450025	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	450025	3,21	3,04	0,17	5,30%
LUCTAMOLD	450025	3,21	3,06	0,15	4,67%
LUCTAMOLD	450025	3,21	3,12	0,09	2,80%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,2	0,16	6,78%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,22	0,14	5,93%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,22	0,14	5,93%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,22	0,14	5,93%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,22	0,14	5,93%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,24	0,12	5,08%
LUCTAMOLD	450028	2,36	2,26	0,1	4,24%

## **RESULTADO AFOROS ADICIÓN DE LÍQUIDOS**

El día de hoy, 16 de Abril de 2009; el grupo de Producción (turno de Jorge Garzón), Aseguramiento de la Calidad (Gonzalo Lanchimba) y Mantenimiento (David Gudiño) realizamos el aforo físico de las cantidades de líquidos añadidos al alimento, como parte de un plan de comprobación y ajuste con los datos resultantes como respaldo de los distintos inventarios, de tal forma que a continuación se detallan los resultados obtenidos por Aditivo y las acciones correctivas tomadas en el caso de haber sido necesario:

### **ALIMET MET-OH**

**Procedimiento.** – Las pruebas en el caso del Alimet fueron realizadas en tres pasos, esto debido a la necesidad de realizar un ajuste en el factor de multiplicación de la dosificación, por lo que se ha sub-dividido en tres pruebas y se indica el factor con el cual se trabajó en los ajustes:

	CANTIDAD IDEAL (IN TOUCH)	CANTIDAD REAL (BALANZA)	PESO RECIPIENTE	CANTIDAD REAL (LÍQUIDO)	ERROR DOSIFICACIÓN	FACTOR MULTIPLICATIVO
<b>1.A</b>	1.81	1.40	0.50	0.90	0.91	
<b>1.B</b>	1.81	1.45	0.50	0.95	0.86	10.30
<b>1.C</b>	1.81	1.50	0.50	1.00	0.81	
<b>2.A</b>						
<b>2.A</b>	3.25	3.60	0.50	3.10	0.15	
<b>2.B</b>	3.25	3.65	0.50	3.15	0.10	20.00
<b>2.C</b>	3.25	3.70	0.50	3.20	0.05	
<b>3.A</b>						
<b>3.A</b>	3.25	3.80	0.50	3.30	-0.05	
<b>3.B</b>	3.25	3.80	0.50	3.30	-0.05	21.00
<b>3.C</b>	3.25	3.85	0.50	3.35	-0.10	

### **COLINA**

**Procedimiento.** – El aforo de la Colina resultó con éxito debido a q recientemente se había realizado otro por la llegada del nuevo contador tras la avería del anterior, éstos son los datos:

	CANTIDAD IDEAL (IN TOUCH)	CANTIDAD REAL (BALANZA)	PESO RECIPIENTE	CANTIDAD REAL (LÍQUIDO)	ERROR DOSIFICACIÓN	FACTOR MULTIPLICATIVO
<b>A</b>	0.72	1.25	0.50	0.75	-0.03	
<b>B</b>	0.72	1.25	0.50	0.75	-0.03	360.00
<b>C</b>	0.72	1.25	0.50	0.75	-0.03	

## LUCTAMOLD

**Procedimiento.** – En el caso de este aditivo, el aforo, de forma similar al caso anterior, dio muy buenos resultados, de todas maneras es una forma de llevar el control de las cantidades y contrarrestarlas con los inventarios.

	CANTIDAD IDEAL (IN TOUCH)	CANTIDAD REAL (BALANZA)	PESO RECIPIENTE	CANTIDAD REAL (LÍQUIDO)	ERROR DOSIFICACIÓN	FACTOR MULTIPLICATIVO
<b>A</b>	1.80	2.30	0.50	1.80	0.00	
<b>B</b>	1.80	2.30	0.50	1.80	0.00	350.00
<b>C</b>	1.80	2.35	0.50	1.85	-0.05	

## ACEITE

**Procedimiento.** – La verificación sobre la cantidad de aceite en el sistema de dosificación del aceite, se la realizó de igual manera para poder mantener el nivel de confianza, y a pesar de mantener un error en este dato es compensatorio debido a situaciones externas como la de la limpieza del tanque y la capacidad, de todas maneras se realizará un seguimiento para poder ir regulando el factor para el aceite.

	CANTIDAD IDEAL (IN TOUCH)	CANTIDAD REAL (BALANZA)	PESO RECIPIENTE	CANTIDAD REAL (LÍQUIDO)	ERROR DOSIFICACIÓN	FACTOR MULTIPLICATIVO
<b>A</b>	30.18	34.40	2.45	31.95	-1.77	
<b>B</b>	30.18	34.90	2.45	32.45	-2.27	3.30
<b>C</b>	30.18	34.80	2.45	32.35	-2.17	

Finalmente, es importante recalcar, que en conjunto las personas involucradas y los departamentos en si, nos comprometamos a establecer un seguimiento continuo, un plan de control sobre las dosificaciones de líquidos, logrando un consenso para marcar un tiempo periódico en el que rutinariamente se realicen aforos de los aditivos.

David Gudiño  
*Mantenimiento*



# ANEXO 8

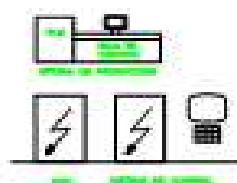
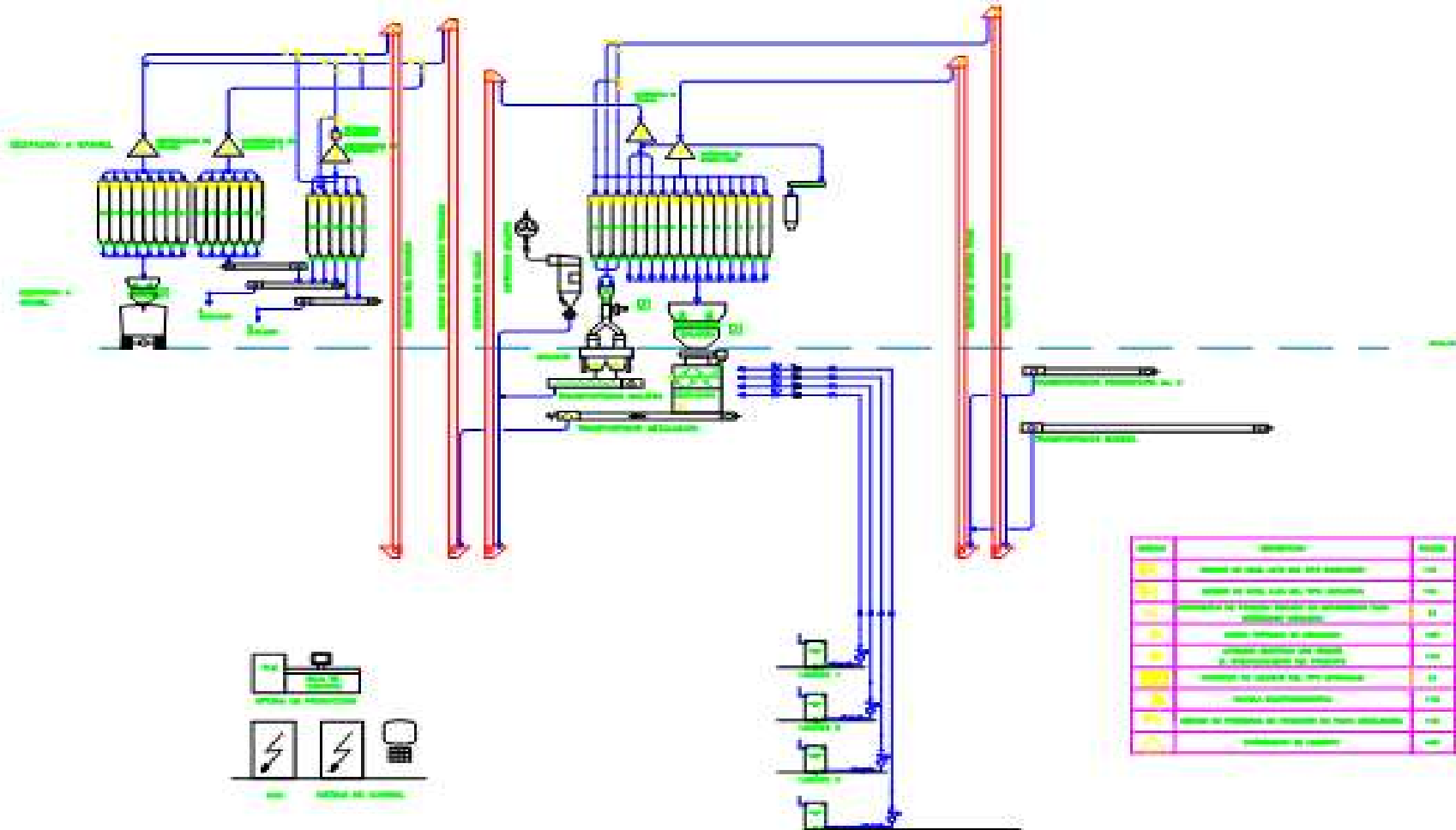
---

## INDICE DE PLANOS

- P-1** Diagrama esquemático del proceso.
- P-2** Diagrama unifilar proyecto dosificación líquidos por peso.
- P-3** Diagrama unifilar eléctrico proyecto dosificación líquidos por peso.
- P-4** Descripción de fases del proyecto de líquidos por peso
- P-5** Plano de ubicación y distancias actual de dosificación de líquidos
- P5-1A** Plano sistema de bombeo aceite de palma.
- P5-1B** Plano sistema de bombeo Melaza
- P5-1C** Plano sistema de bombeo aceite de palmiste
- P5-1D** Plano sistema de bombeo de alimet
- P5-1E** Plano sistema de bombeo de colina
- P5-1F** Plano sistema de bombeo de luctamold
- P-6** Detalle de la ingeniería de la instalación de los tanques balanza.
- P7-1A** Tanque balanza para aceites y melaza
- P7-1B** Base para tanques de aceites y melaza
- P7-2A** Tanque balanza para micro líquidos
- P7-2B** Base para tanques para micro líquidos
- P-8** Detalle de la ingeniería de los sistemas de pesaje

PLANTA FUEBBO

PROCESO Y EQUIPOS



LEYENDA	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
[Symbol]	VALOR DE ALTA PRESION DEL PROCESO	PSI	100
[Symbol]	VALOR DE BAJA PRESION DEL PROCESO	PSI	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DEL PROCESO	°C	100
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE ALIMENTACION DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE SALIDA DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE ALIMENTACION DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE SALIDA DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE ALIMENTACION DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE SALIDA DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE ALIMENTACION DEL PROCESO	°C	10
[Symbol]	VALOR DE TEMPERATURA DE SALIDA DEL PROCESO	°C	10



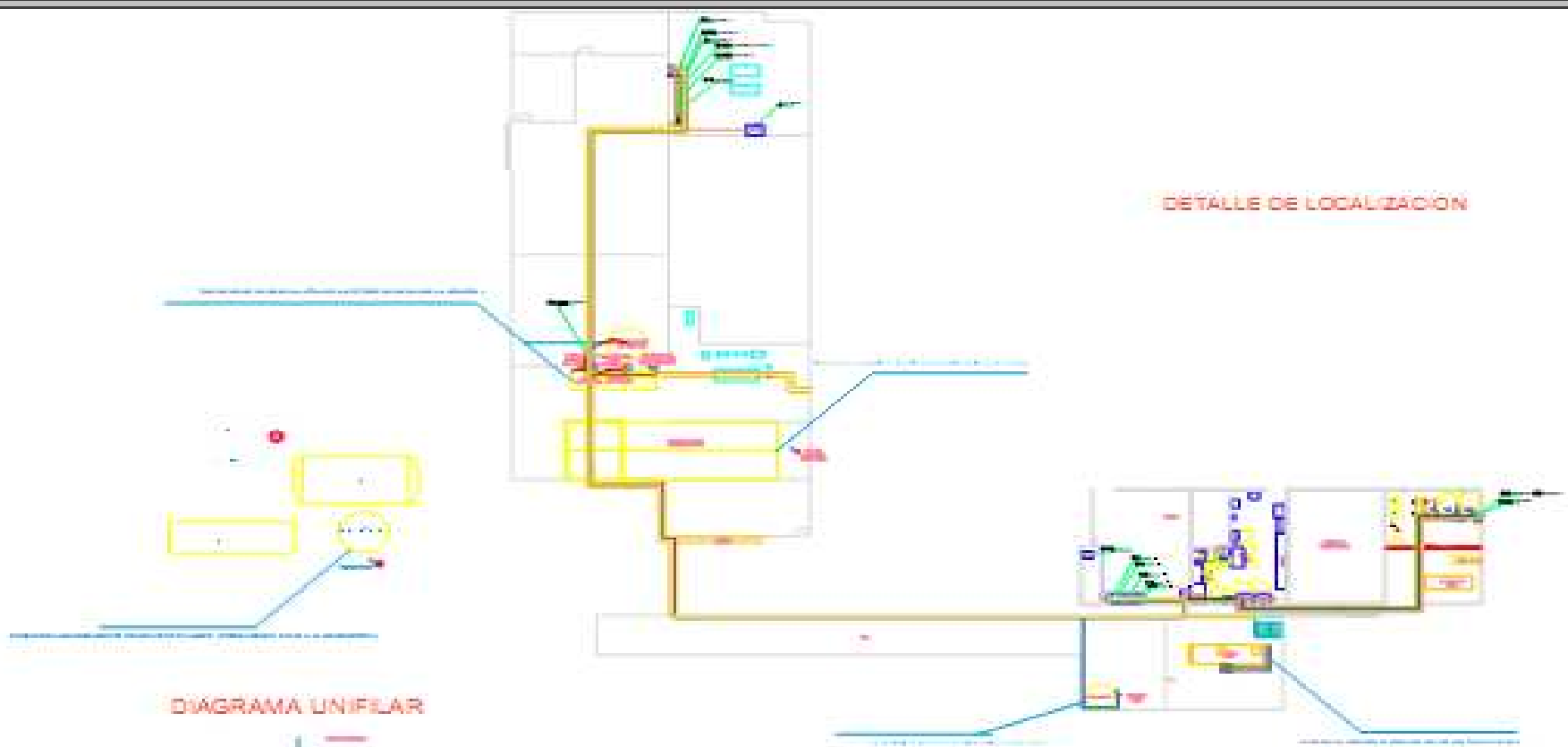
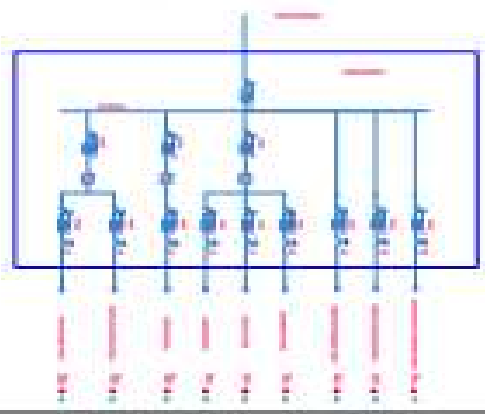


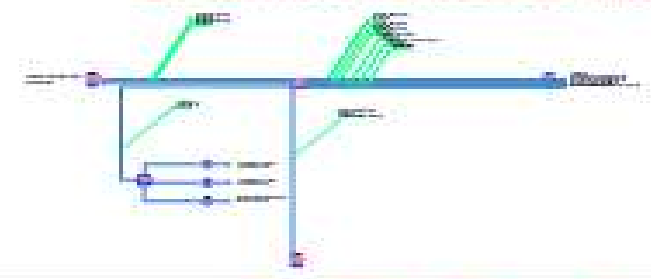
DIAGRAMA UNIFILAR



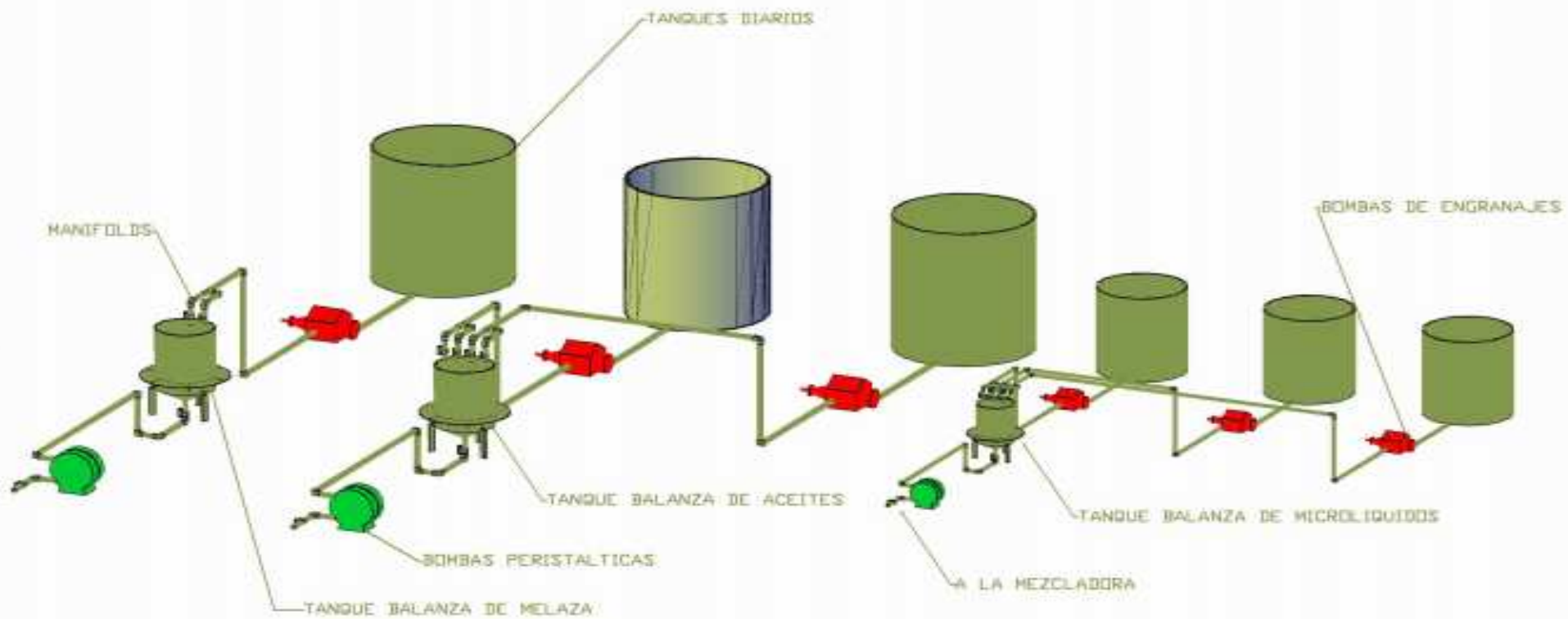
DÉTALLE PARA CIRCUITOS DE FUERZA



DÉTALLE PARA CIRCUITOS DE CONTROL



	EMPRESA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.	PROYECTO:	FECHA:	ESCALA:	HOJA:
	SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVABLES Y DETALLE PROYECTO DE INSTALACION DE ENERGIA	10/01/2010	1:1	1/1	1/1



**PRONADA**

Título:  
DESCRIPCION DE FASES DEL PROYECTO DE LIQUIDOS POR PESO

Dibujado por:  
IVAN RODRIGUEZ

Aprobado por:  
ANGEL CHAVEZ

Modificación:

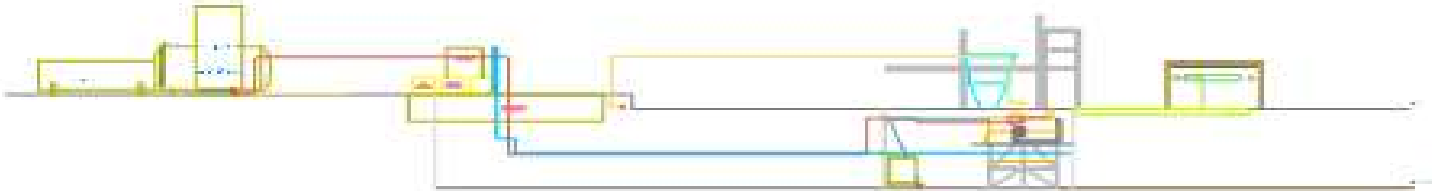
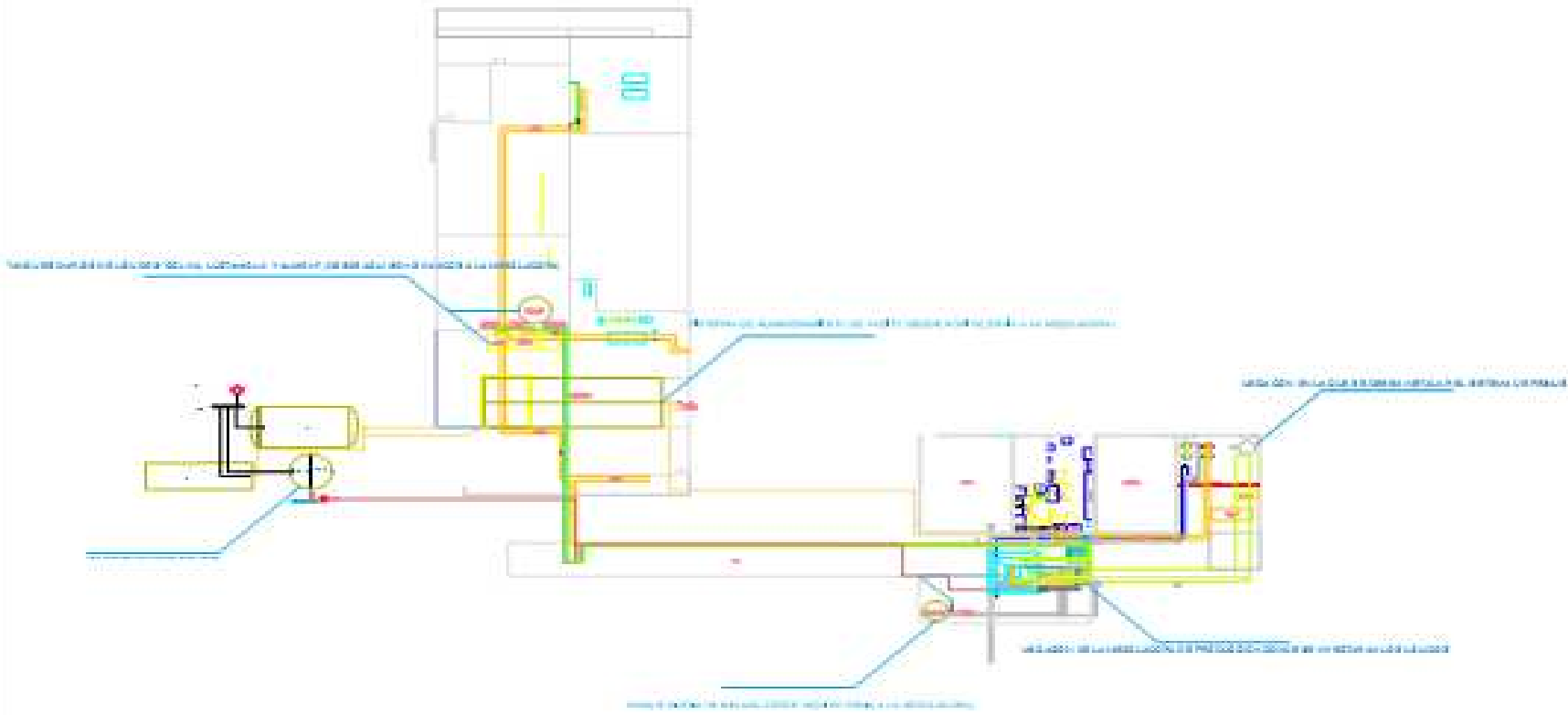
Plano No.  
P-4

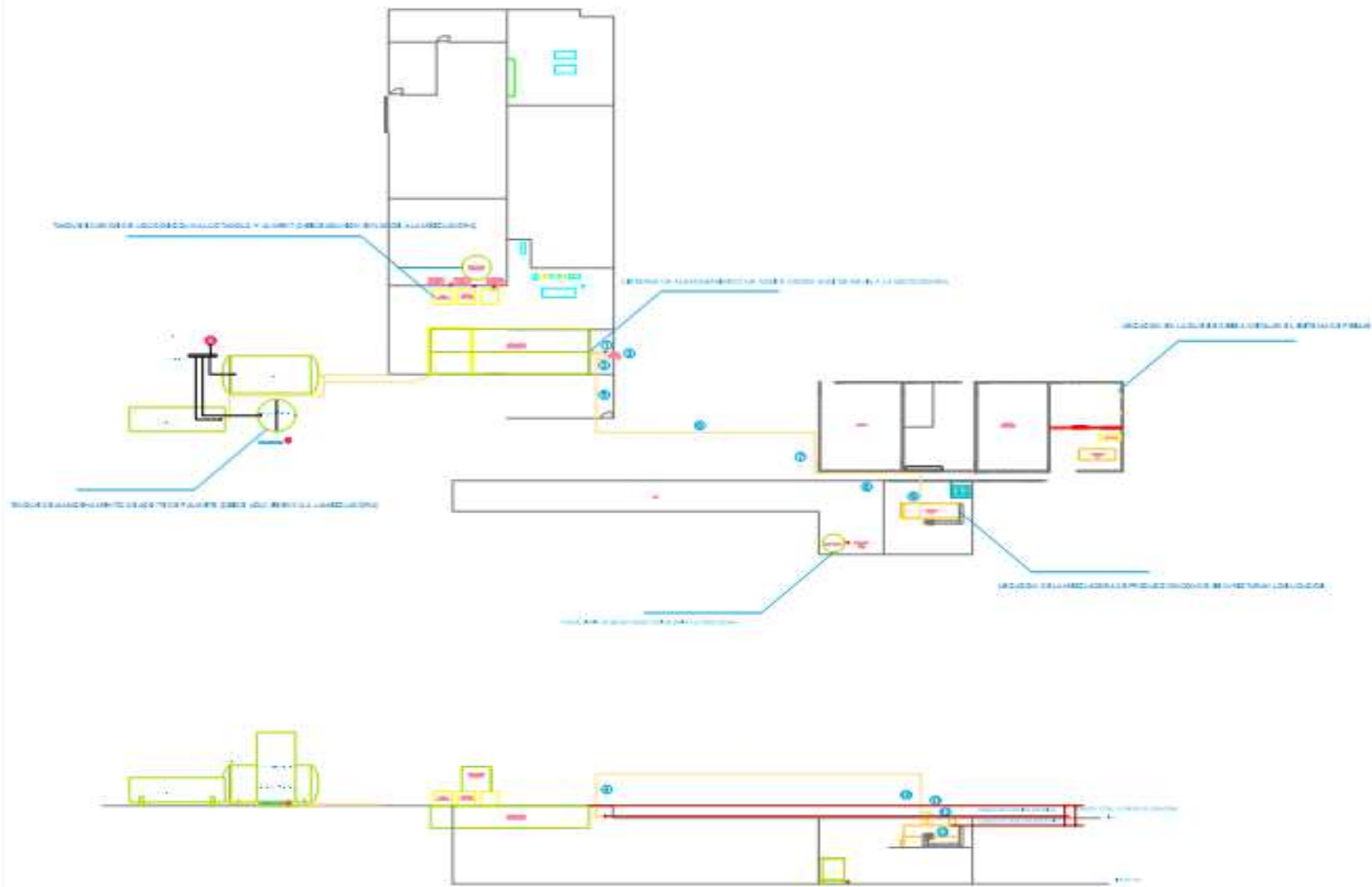
Escala:  
S/E

Fecha:  
11/NOV/2010

Archivo:  
PROYECTO.dwg

Hoja:  
1/1



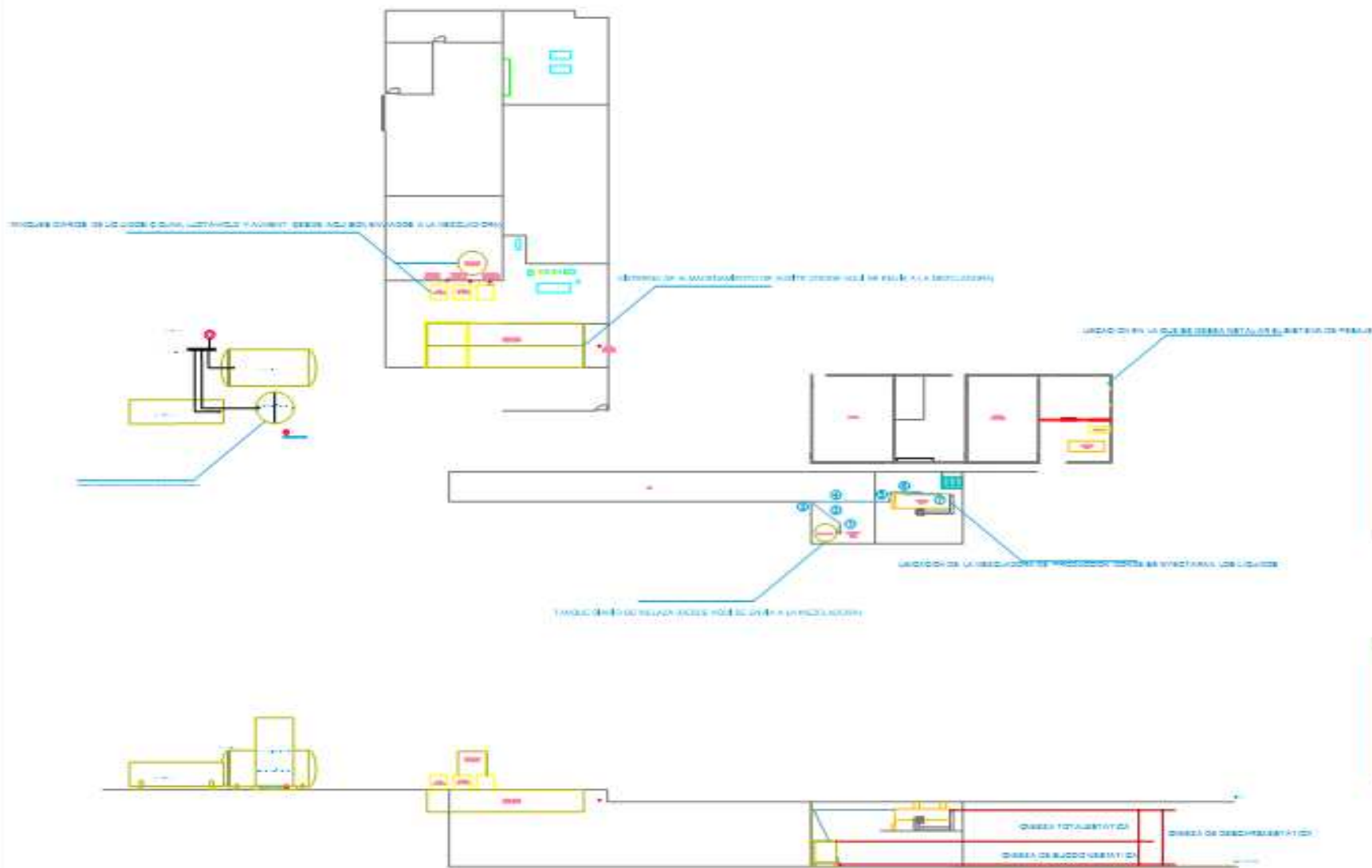


### LEYENDAS

Simbolo	Descripcion	Material
[Linea Verde]	Agua	-
[Linea Amarilla]	Agua de 1"	Agua de 1"
[Linea Roja]	Agua de 2"	Agua de 2"
[Linea Azul]	Agua de 3"	Agua de 3"
[Linea Negra]	Agua de 4"	Agua de 4"
[Linea Gris]	Agua de 6"	Agua de 6"
[Linea Verde]	Agua de 8"	Agua de 8"
[Linea Roja]	Agua de 10"	Agua de 10"
[Linea Azul]	Agua de 12"	Agua de 12"
[Linea Negra]	Agua de 14"	Agua de 14"
[Linea Gris]	Agua de 16"	Agua de 16"
[Linea Verde]	Agua de 18"	Agua de 18"
[Linea Roja]	Agua de 20"	Agua de 20"

### LEYENDAS

Numero	Descripcion	Material	Unidad
1	Agua de 1"	1"	pie
2	Agua de 2"	2"	pie
3	Agua de 3"	3"	pie
4	Agua de 4"	4"	pie
5	Agua de 6"	6"	pie
6	Agua de 8"	8"	pie
7	Agua de 10"	10"	pie
8	Agua de 12"	12"	pie
9	Agua de 14"	14"	pie
10	Agua de 16"	16"	pie
11	Agua de 18"	18"	pie
12	Agua de 20"	20"	pie



LEYENDAS

Simbolo	Descripción	Unidad
1	VALVULA	"
2	VALVULA 1/2"	1/2"-150
3	VALVULA 1/2"	1/2"-150
4	VALVULA 1/2"	1/2"-150
5	VALVULA 1/2"	1/2"-150
6	VALVULA 1/2"	1/2"-150
7	VALVULA 1/2"	1/2"-150
8	VALVULA 1/2"	1/2"-150

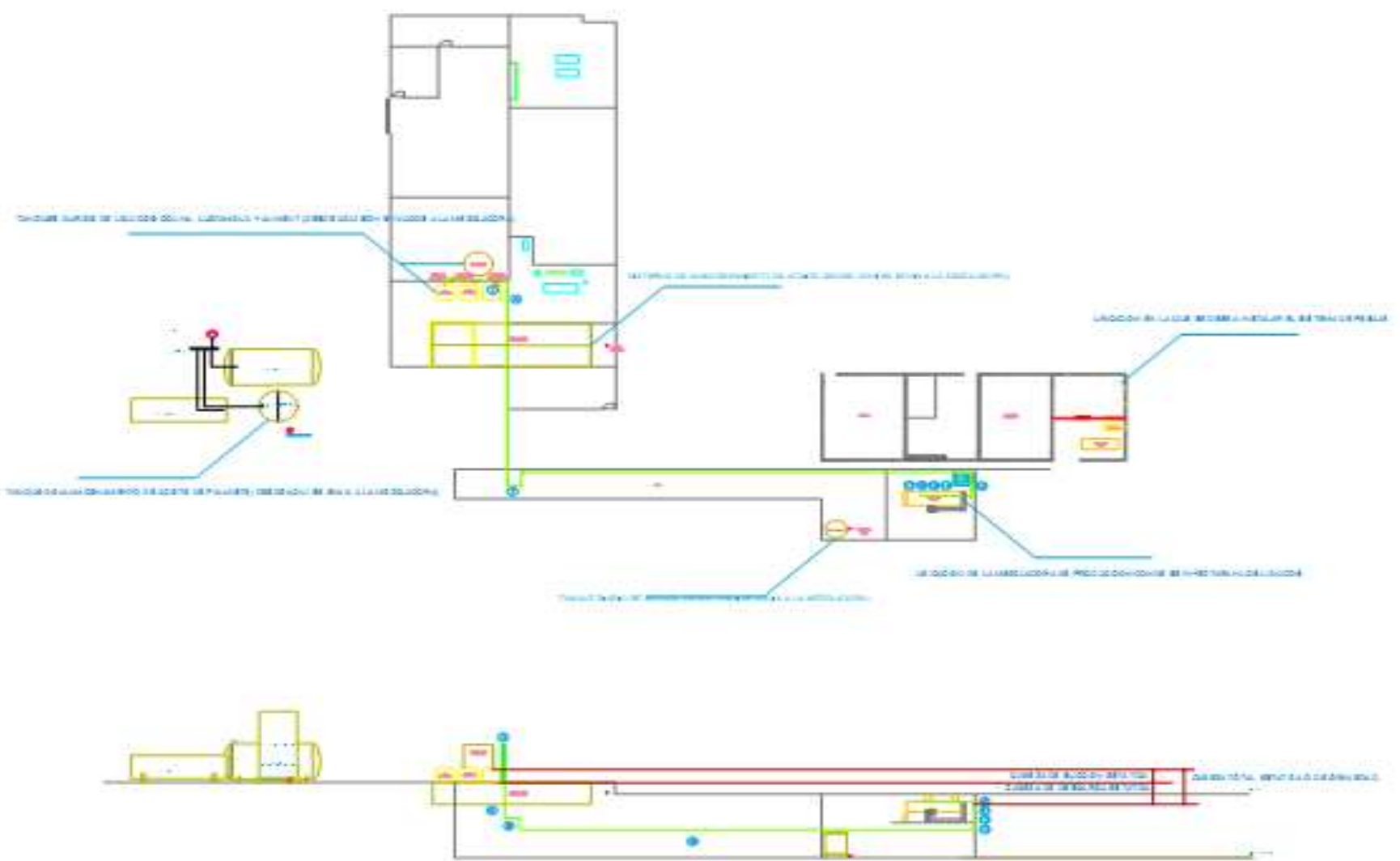
LEYENDAS

Numero	Descripcion	Unidad	Material
1	VALVULA	1/2"	304
2	VALVULA	1/2"	304
3	VALVULA	1/2"	304
4	VALVULA	1/2"	304
5	VALVULA	1/2"	304
6	VALVULA	1/2"	304
7	VALVULA	1/2"	304







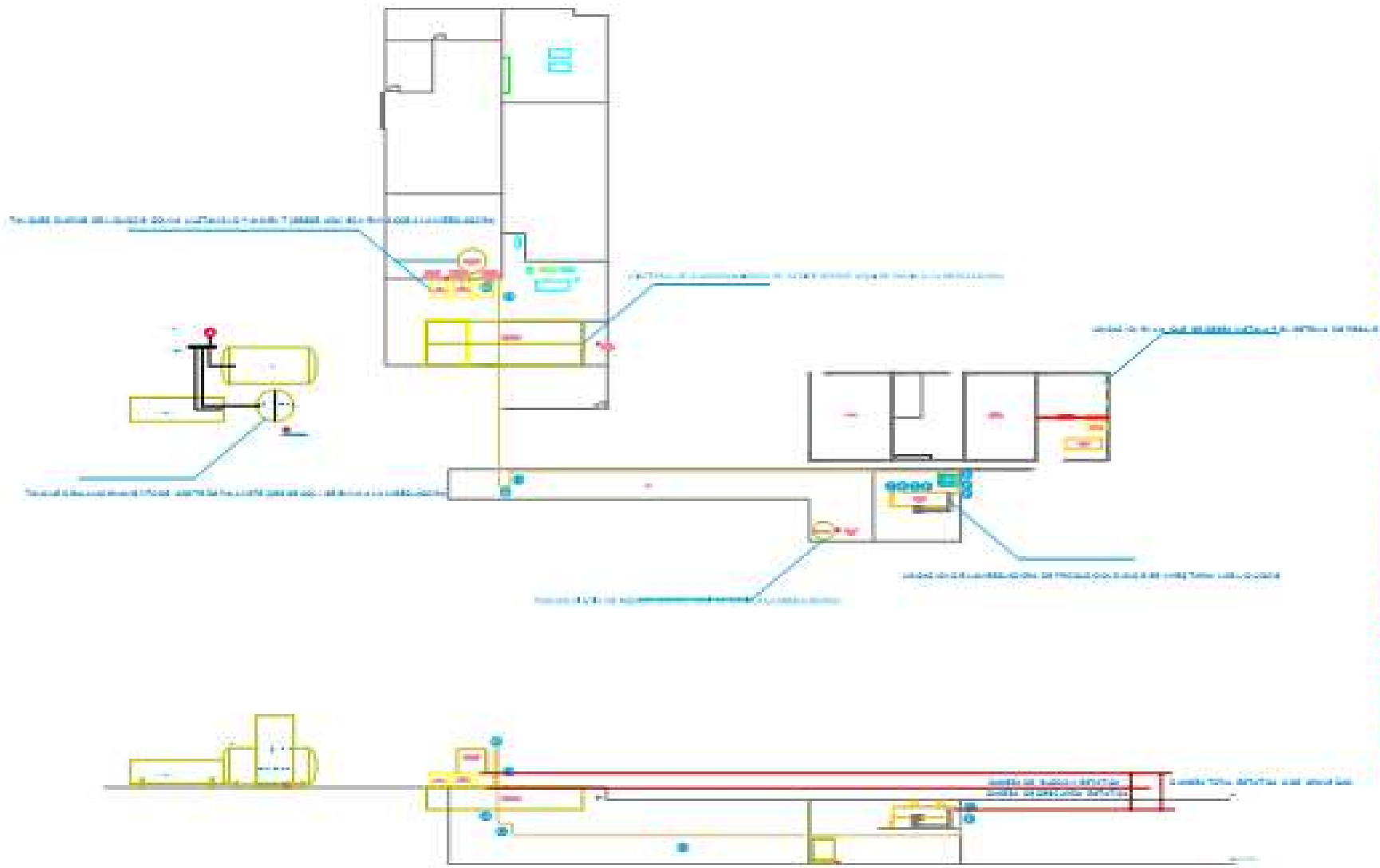


LEYENDAS

LEYENDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
(Green line)	WAS 1	100-100
(Yellow line)	WAS 2	100-100
(Red line)	WAS 3	100-100
(Blue circle)	WAS 4	100-100
(Blue circle)	WAS 5	100-100
(Blue circle)	WAS 6	100-100
(Blue circle)	WAS 7	100-100
(Blue circle)	WAS 8	100-100
(Blue circle)	WAS 9	100-100
(Blue circle)	WAS 10	100-100
(Blue circle)	WAS 11	100-100
(Blue circle)	WAS 12	100-100
(Blue circle)	WAS 13	100-100
(Blue circle)	WAS 14	100-100
(Blue circle)	WAS 15	100-100
(Blue circle)	WAS 16	100-100
(Blue circle)	WAS 17	100-100
(Blue circle)	WAS 18	100-100
(Blue circle)	WAS 19	100-100
(Blue circle)	WAS 20	100-100

LEYENDAS

LEYENDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	UNIDAD
(Blue circle)	WAS 1	1"	100
(Blue circle)	WAS 2	1"	100
(Blue circle)	WAS 3	1"	100
(Blue circle)	WAS 4	1"	100
(Blue circle)	WAS 5	1"	100
(Blue circle)	WAS 6	1"	100
(Blue circle)	WAS 7	1"	100
(Blue circle)	WAS 8	1"	100
(Blue circle)	WAS 9	1"	100
(Blue circle)	WAS 10	1"	100
(Blue circle)	WAS 11	1"	100
(Blue circle)	WAS 12	1"	100
(Blue circle)	WAS 13	1"	100
(Blue circle)	WAS 14	1"	100
(Blue circle)	WAS 15	1"	100
(Blue circle)	WAS 16	1"	100
(Blue circle)	WAS 17	1"	100
(Blue circle)	WAS 18	1"	100
(Blue circle)	WAS 19	1"	100
(Blue circle)	WAS 20	1"	100

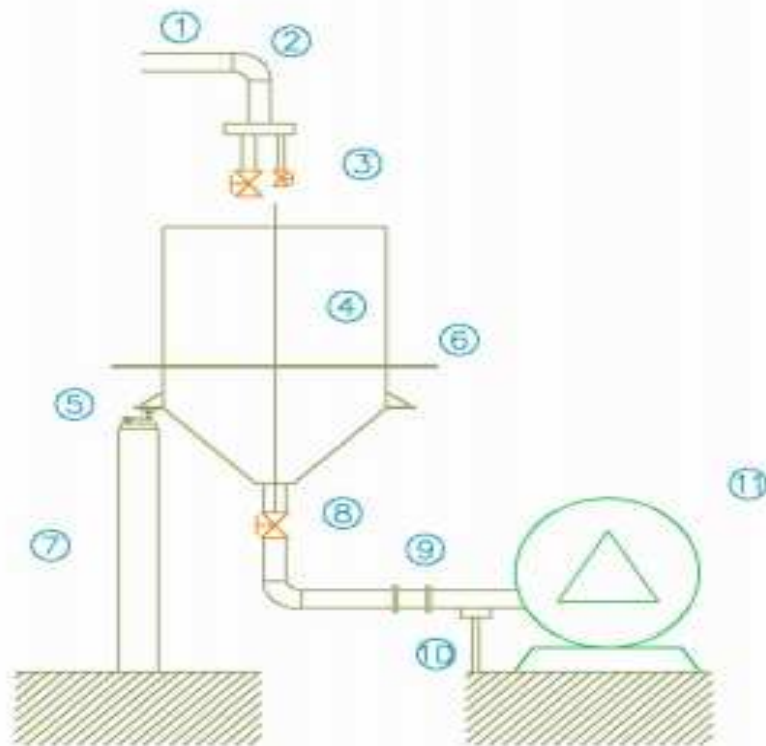


LEYENDA

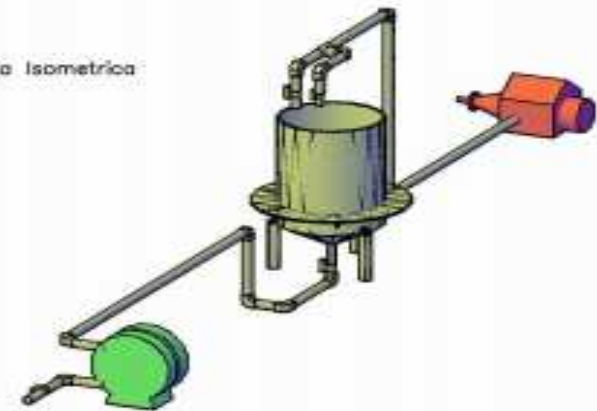
Color	Descripción	Material
[Red]	Agua fría	
[Yellow]	Agua caliente	
[Green]	Agua de lluvia	
[Blue]	Agua de mar	
[Purple]	Agua de pozo	
[Orange]	Agua de río	
[Pink]	Agua de canal	
[Light Blue]	Agua de lluvia	
[Light Green]	Agua de mar	
[Light Purple]	Agua de pozo	
[Light Orange]	Agua de río	
[Light Pink]	Agua de canal	

LEYENDA

Código	Descripción	Material
00	Agua fría	PVC
01	Agua caliente	PVC
02	Agua de lluvia	PVC
03	Agua de mar	PVC
04	Agua de pozo	PVC
05	Agua de río	PVC
06	Agua de canal	PVC
07	Agua de lluvia	PVC
08	Agua de mar	PVC
09	Agua de pozo	PVC
10	Agua de río	PVC
11	Agua de canal	PVC
12	Agua de lluvia	PVC
13	Agua de mar	PVC
14	Agua de pozo	PVC
15	Agua de río	PVC
16	Agua de canal	PVC



Vista Isometrica



LEYENDAS

NUMERO	DESCRIPCION	UNID
1	Tuberia	
2	Code	C 40
3	Manifolds	
4	Tanque balanza	
5	Celda de Carga	
8	Sistema Rotular	
7	Base soporte	
2	Electrovalvula	
9	Junta flexible	
10	Soporte	
11	Bomba peristaltica	

**PROYECTA**

Título:  
DETALLE DE LA INGENIERIA DE LA INSTALACION DE  
LOS TANQUES BALANZA

Dibujado por:  
IVAN RODRIGUEZ

Aprobado por:  
ANGEL CHAVEZ

Modificaciòn:

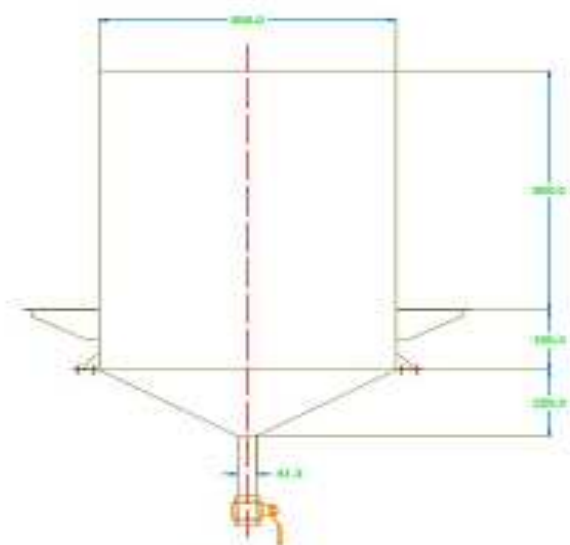
Plano No.  
P-6

Escala:  
S/E

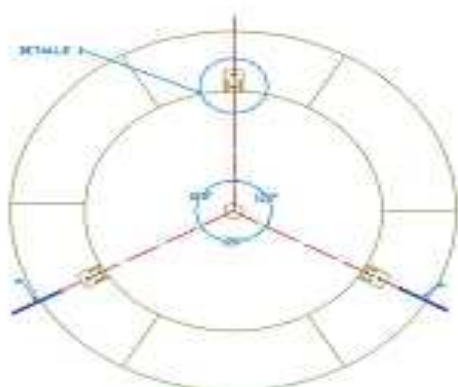
Fecha:  
11/NOV/2010

Archivo:  
PROYECTO.dwg

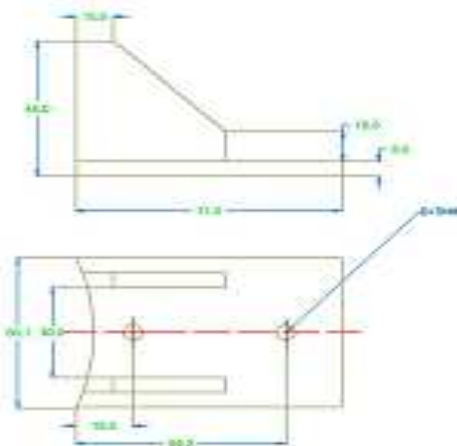
Hojas:  
1/1



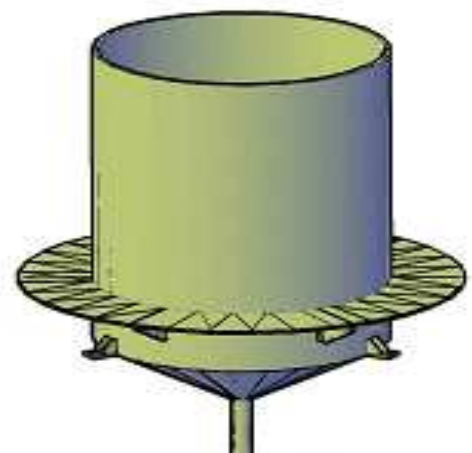
CORTE A-A



VISTA INFERIOR  
ESCALA 1:20



DETALLE 1  
ESCALA 1:2  
ROTADO 90°



Vista Isometrica

Especificaciones

Fluido: Aceites y/o Melaza  
 Peso Fluido: 180 Kg  
 Volumen: 0.53m<sup>3</sup>  
 Espesor de tanque: 2mm  
 Nota: Todas las soldaduras deben realizarse con material compatible al material base



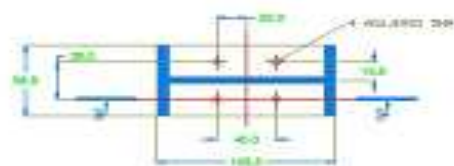
Título:  
**TANQUE BALANZA PARA ACEITES Y MELAZA**

Dibujado por:  
**IVAN RODRIGUEZ**  
 Escala:  
**1/2**

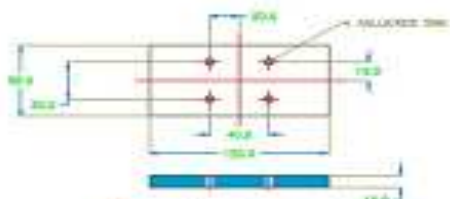
Aprobado por:  
**ANGEL CHAVEZ**  
 Fecha:  
**11/NOV/2010**

Modificaciòn:  
 Archivo:  
**TANQUES.dwg**

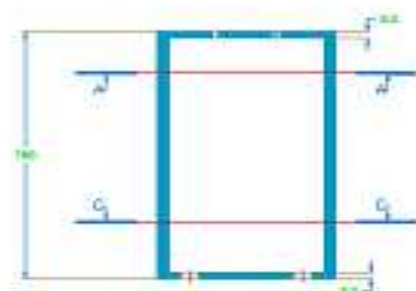
Plano No.:  
**P7-1A**  
 Hoja:  
**1/2**



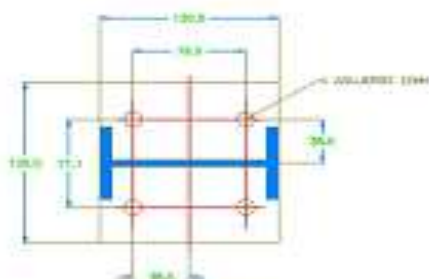
CORTE A-A



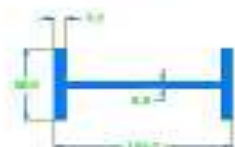
Amortiguador de Caucho



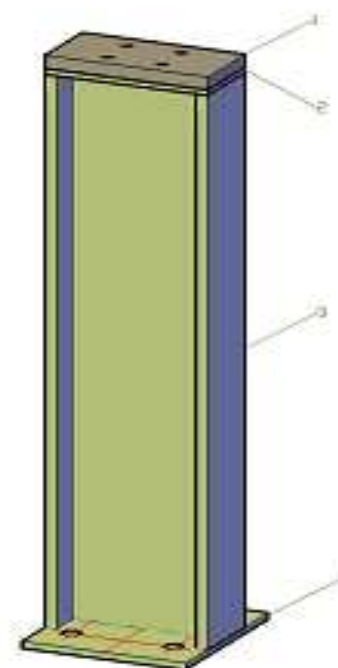
CORTE B-B



CORTE C-C



DIMENSIONES EN 120



1. Base de caucho para absorber vibracion
2. Base para balanza
3. Viga IPN 120.
4. Base soporte

**PROTEC**

Título:  
TANQUE BALANZA PARA ACEITES Y MELAZA

Dibujado por:  
IVAN RODRIGUEZ

Aprobado por:  
ANGEL CHAVEZ

Modificacions:

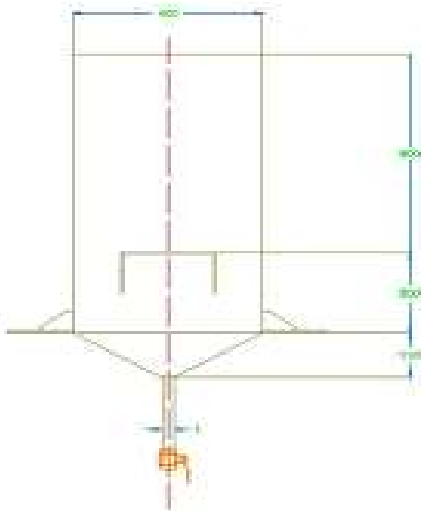
Plano No.:  
P7-1B

Escala:  
1/5

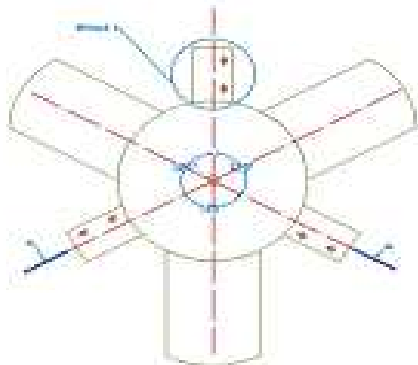
Fecha:  
11/NOV/2010

Archivo:  
TANQUES.dwg

Hoja:  
2/2



CORTE A-A



VISTA SUPERIOR

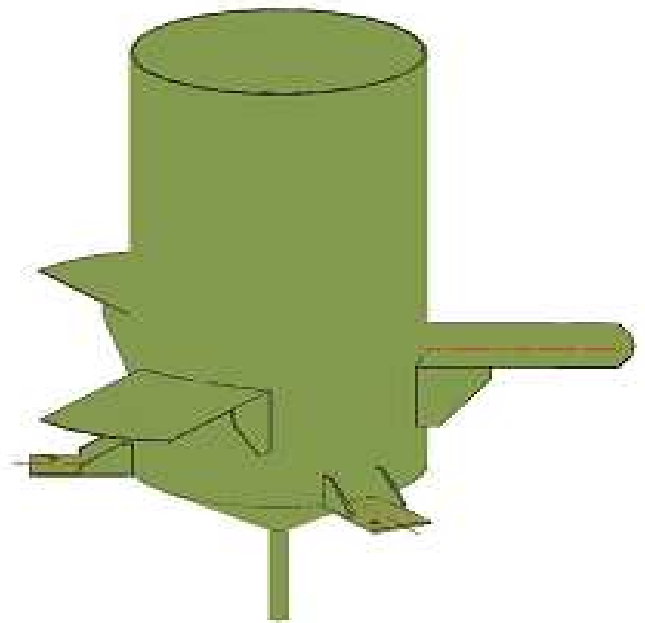
ESCALA 1:10



DETALLE 1

ESCALA 1:4

ROTADO 90°



Vista Isometrica

### Especificaciones

Fluido: Microliquidos

Peso Fluido: 30 Kg

Volumen: 0.04m<sup>3</sup>

Espesor de tanque: 2mm

Nota: Todas las soldaduras deben realizarse con material compatible al material base



Título:  
TANQUE BALANZA PARA MICROLIQUIDOS

Dibujado por:  
IVAN RODRIGUEZ

Escala:  
1/16

Aprobado por:  
ANGEL CHAVEZ

Fecha:  
11/NOV/2010

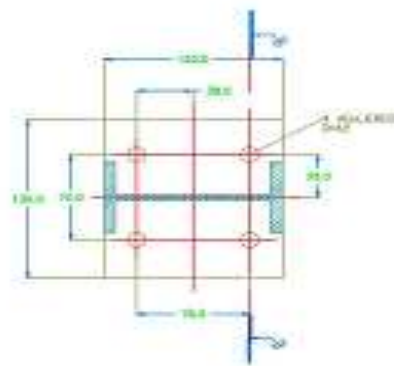
Modificación:

Archivo:  
TANQUES.dwg

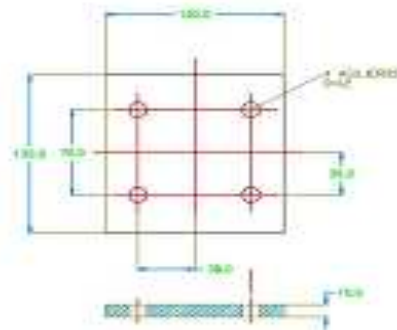
Plano No.  
P7-2A

Hoja:  
1/2

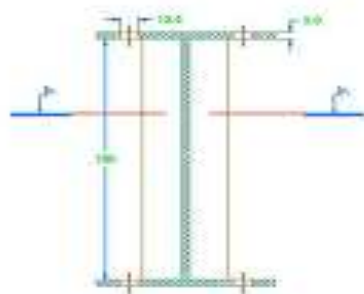




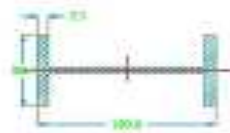
CORTE A-A



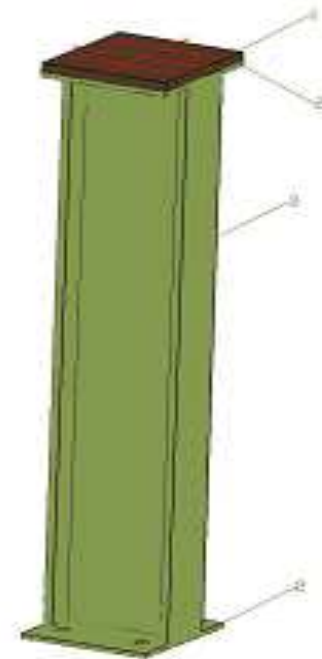
Amortiguador de Caucho



CORTE B-B



Dimensiones IPN 120.



1. Base de caucho para absorber vibracion
2. Base para soporte 2 en total
3. Viga IPN 120.



Título:  
BASE PARA TANQUE BALANZA DE MICROLIQUIDOS

Dibujado por:  
IVAN RODRIGUEZ

Aprobado por:  
ANGEL CHAVEZ

Modificacion:

Plano No.  
P7-28

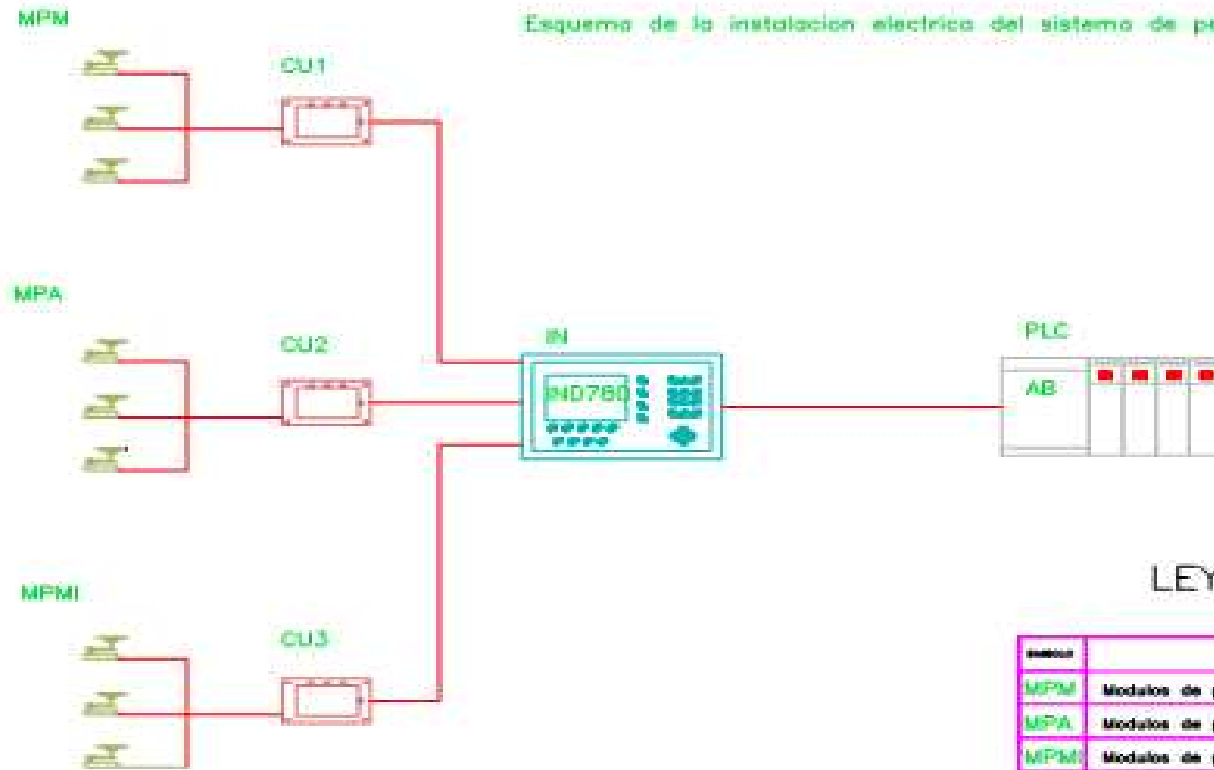
Escala:  
1/5

Fecha:  
11/NOV/2010

Archivo:  
TANQUES.dwg

Hoja  
2/2

Esquema de la instalacion electrica del sistema de pesaje.



LEYENDAS

simbolo	descripcion	marca
MPM	Modulos de pesaje melaza	VMS, Capacidad 300 kg
MPA	Modulos de pesaje aceites	VMS, Capacidad 300 kg
MPMI	Modulos de pesaje microliquidos	ULTRACOUNT, Capacidad 60 kg
CU1	Caja de union MPM	Analog junction boxes
CU2	Caja de union MPA	Analog junction boxes
CU3	Caja de union MPMI	Analog junction boxes
IN	Indicador IN0780	Elcomat IP/80
PLC	Relé logico programable	Allen Bradley

PRONACA

Título:  
DETALLE DE LA INGENIERIA DEL SISTEMA DE PESAJE

Dibujado por:  
IVAN RODRIGUEZ

Aprobado por:  
ANGEL CHAVEZ

Modificación:

Plano No.  
P-8

Escala:  
S/E

Fecha:  
11/NOV/2010

Archivo:  
PROYECTO.dwg

Foja:  
1/1